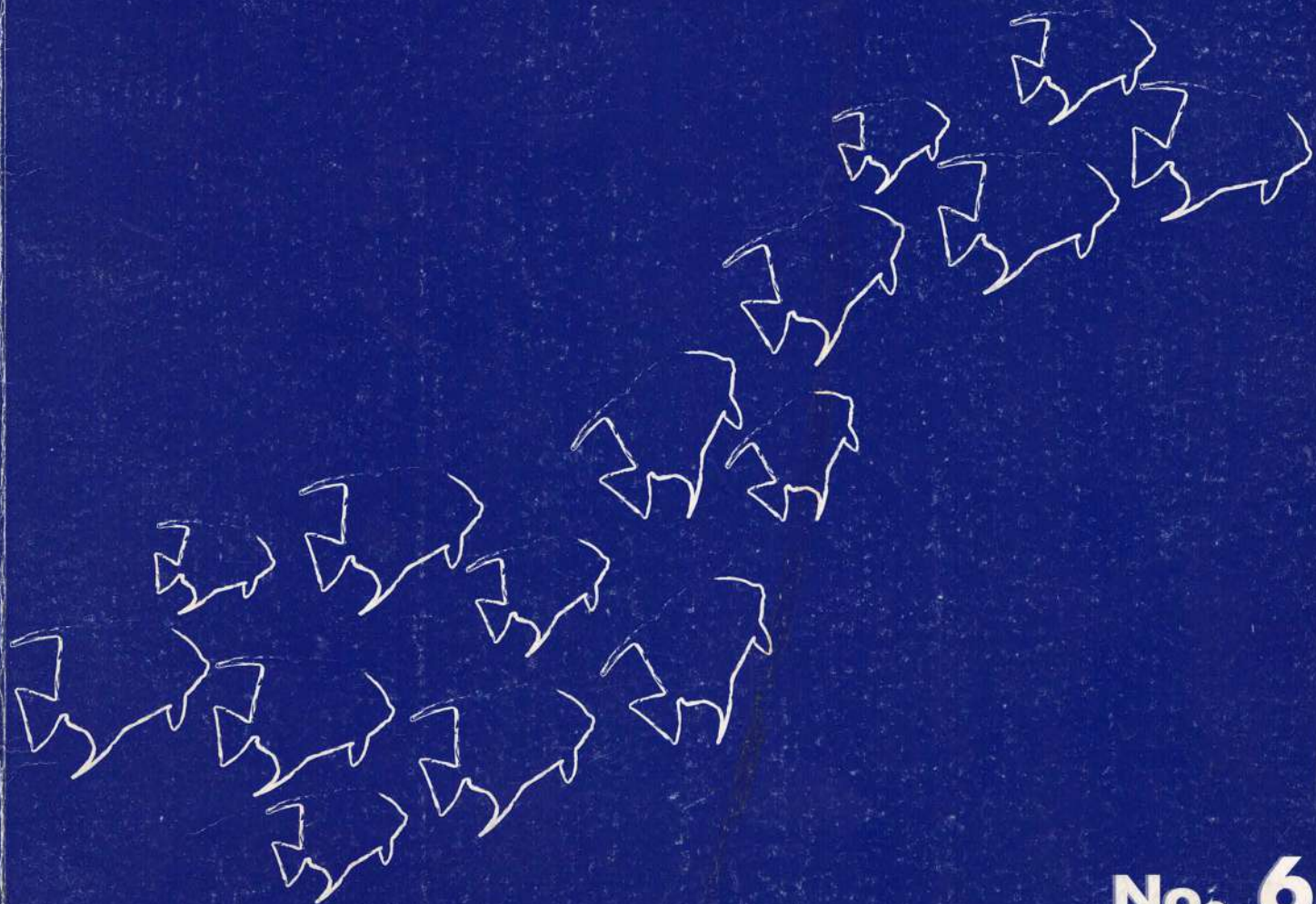


# SIAN KA'AN

SERIE DOCUMENTOS



**No. 6**  
Diciembre 2005

# SIAN KA'AN SERIE DOCUMENTOS

# SIAN KA'AN JOURNAL

No. 6 Diciembre 2005



Sian Ka'an Serie Documentos es una publicación de Amigos de Sian Ka'an A. C., realizada con el propósito de recopilar y difundir los trabajos de investigación referentes al manejo y conservación de los recursos naturales en la Península de Yucatán y áreas aledañas.

## DIRECTORIO

**DIRECTOR EJECUTIVO**  
Marco A. Lazcano-Barrero

**DIRECTOR DE PROGRAMAS**  
Gonzalo Merediz Alonso

**COMPILACION EDITORIAL**  
Rosa María Loreto Viruel

**DISEÑO Y FORMACIÓN**  
Neda Saad Arcaraz  
Dafne Avilés Vences

**CARTOGRAFIA (SIG/CAMRIS)**  
Angel Loreto Viruel  
José Luis Jiménez Cauich

**DIBUJOS**  
José Luis Jiménez Cauich

**OFICINA CANCÚN**  
Fuego No. 2 Mza. 10 SM. 4 Cancún  
Quintana Roo, 77500 México  
Tel. (998) 892 29 58,  
(998) 892 29 59

E-mail:  
amigos@amigosdesiankaan.orgWW  
ww.amigosdesiankaan.org

**OFICINAS FELIPE CARRILLO  
PUERTO**

Calle 72 No.832, entre 73 y 75, Col.  
Martínez Ross, Felipe Carrillo Puerto,  
Quintana Roo, 77220 México  
Tel. y Fax: (983) 834 08 13  
E-mail: askfcp@cancun.com.mx

**CORRESPONDENCIA**  
Amigos de Sian Ka'an A. C  
Apartado Postal 770  
Cancún, Quintana Roo, 77506 México

Certificado de Licitud de Contenido  
y Título e ISSN en trámite.

Tiraje: 1,000 ejemplares

Impreso por: PIXEL

## ARTÍCULOS

Caracterización de los Arrecifes Coralinos del Sur de Quintana Roo, México (Tampalam-Bacalar Chico). 1

David Gutiérrez Carbonell, Gerardo García Beltrán, Mario Lara Pérez Soto y Rosa María Loreto Viruel.

Estimación de la Tasa de Deforestación y Cambio de Uso del Suelo en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil, Quintana Roo, México 1984-1995. 33

Angel A. Loreto Viruel, Gerardo Castillo Arenas, Jorge Carranza Sánchez, Edgar Cabrera Cano.

## NOTAS CIENTÍFICAS

Manejo y Construcción de las Trampas de Atajo. 42

Roberto Herrera Pavón.

Descripción de las Poblaciones de Coral Negro en Quintana Roo 44

Claudia Padilla Souza y Mario Lara Pérez Soto.

## RESÚMENES DE TESIS

Abundancia, Distribución y Posibilidades de Aprovechamiento Sustentable del Jabalí de collar (*Tayassu tajacu*) y otras Especies Faunísticas en la Zona Maya de Quintana Roo. 46

Gonzalo Merediz Alonso.

La Pesquería de Tiburones en la Bahía de Ascensión, Quintana Roo, México (1993-1994) y su Importancia como Posible Área de Expulsión y Crianza. 47

Edith Zarate Becerra.

Demografía y Dinámica Poblacional de *Acropora palmata* en Quintana Roo, México. 47

Claudia Padilla Souza.

Análisis de la Diversidad de Gorgonáceos en los Arrecifes del Área Centro-Norte de Quintana Roo, México. 49

Roberto Ibarra Navarro.

Elementos Biológicos y Socioeconómicos para el Aprovechamiento de Psitácidos en el Ejido Tres Reyes de la Zona de Cooperación de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. 49

Carlos Alberto Gracida Juárez.

Afloramiento en la Plataforma de Yucatán: Estructura y Fertilización. 50

Martín Merino Ibarra.

Evolución del Uso del Suelo en la Región Forestal Centro - Suroeste del Estado de Quintana Roo, 1980-1995. 50

Angel A. Loreto Viruel.

# Caracterización de los Arrecifes Coralinos del Sur de Quintana Roo, México

David Gutiérrez Carbonell, Gerardo García Beltrán, Mario Lara Pérez Soto  
y Rosa María Loreto Viruel.

AMIGOS DE SIAN KA'AN A. C. AP 770, Cancún, Q. Roo CP 77511. México. [amigos@amigosdesiankaan.org](mailto:amigos@amigosdesiankaan.org)

## RESUMEN

Como parte del proyecto "Caracterización de Arrecifes de Quintana Roo" iniciado por Amigos de Sian Ka'an desde 1990, se efectuó la fase correspondiente al sur del estado, desde Tampalam, en el sur de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, hasta Bacalar Chico, en la frontera política con Belice, dentro del corredor turístico "Costa Maya". Este estudio permite ampliar el conocimiento de los recursos marinos de la región, contribuyendo con la información base para los programas de manejo y ordenamiento. La información de campo se recopiló durante tres campañas de investigación (julio y septiembre de 1993 y diciembre de 1994), mediante buceo libre y autónomo, con un muestreo estratificado en tres zonas arrecifales: laguna arrecifal, cresta arrecifal y arrecife frontal. Los grupos biológicos en este estudio fueron las algas, los corales escleractinios y gorgonáceos, y los peces, para los cuales se registró la riqueza de especies, abundancia y diversidad por zona arrecifal. De acuerdo al grado de desarrollo de las zonas arrecifales, el área se dividió en 13 regiones que completan el sistema de regionalización propuesto en fases anteriores del proyecto para el arrecife bordeante de la costa de Quintana Roo. Se encontró que los arrecifes del área presentan rasgos similares a los del extremo sur de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, con un desarrollo más notable frente al Ubero, Chahuay, Majahual y Xcalak. Con la información generada de este estudio resultó la primer descripción de una estructura submarina única en México denominada "La Poza", que inicia en la parte sur del poblado de Xcalak hasta un kilómetro del lado Beliceño. Los resultados obtenidos apoyaron la propuesta para el establecimiento del Área Natural Protegida Parque Nacional Arrecifes de Xcalak, con la elaboración de su Programa de Manejo, y de los criterios y políticas de manejo de las áreas marinas dentro del Ordenamiento Ecológico Territorial de Costa Maya. Este estudio reporta dos especies escasas en la región, el género de coral escleractinio *Oculina* y la especie de coral

gorgonáceo *Swiftia exserta*, quedando por confirmarse en estudios posteriores.

**PALABRAS CLAVE:** arrecifes coralinos, Costa Maya, Xcalak, riqueza de especies, abundancia, diversidad.

## ABSTRACT

As part of the project "Characterization of Reefs of Quintana Roo" initiated by Friends of Sian Ka'an since 1990, the corresponding phase was performed at south of the state, from Tampalam, in the south of the Reserve of the Biosfera Sian Ka'an, to Bacalar Small, in the political border with Belice, inside the tourist runner "Mayan Coast". This study permits to expand the knowledge of the marine resources of the region, contributing with the information base for the programs of management and code. The information of field itself recopiló during three campaigns of investigation (July and September of 1993 and December of 1994), by means of I dive free and autonomous, with a sampling estratificado in three zones arrecifales: gap arrecifal, crest arrecifal and frontal reef. The biological groups in this study went the algae, the corals escleractinios and gorgonáceos, and the fish, for which the wealth of species was registered, abundance and diversity by zone arrecifal. In agreement al degree of development of the zones arrecifales, the area was divided into 13 regions that complete the system of regionalización proposed in previous phases of the project for the reef bordeante of the coast of Quintana Roo. It was found that the reefs of the area present similar characteristics to the of the extreme south of the Reserve of the Biosfera Sian Ka'an, with notable one more development front al Ubero, Chahuay, Majahual and Xcalak. With the information generated of this study the first description of an unique underwater structure resulted in Mexico called "The Poza", that initiates in the south part of the populated of Xcalak to a kilometer of the side Beliceño. The results obtained supported the proposal for the establishment of the Area Natural Protected National Park Reefs of Xcalak, with the elaboration of their Program of Management, and of the criteria and political of management of the marine areas inside the Territorial Ecological Code of Mayan Coast. This study reports two scarce species in the region, the kind of coral escleractinio *Oculina* and the species of choir gorgonáceo *Swiftia exserta*, remaining for being confirmed in subsequent studies.

# INTRODUCCIÓN

Los arrecifes de Quintana Roo se asientan sobre la plataforma de la Península de Yucatán, presentando como base una losa calcárea de origen marino de formación reciente que procede del Mioceno y el Pleistoceno (aRobles-Ramos, 1950; López-Ramos, 1973). Forman parte del litoral que se extiende por la costa oriental de la Península de Yucatán hasta Centro América, donde se incluye la barrera arrecifal de Belice. Aunque son una continuación de esta barrera, son de tipo bordeante y se asemejan a la mayoría de las regiones arrecifales del Caribe, tanto en su geomorfología como en las características de la comunidad bentónica.

Actualmente, los arrecifes de Quintana Roo constituyen el Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM) en México. El SAM es un acuerdo internacional entre México, Belice, Guatemala y Honduras para la conservación y manejo de este sistema arrecifal. Tiene aproximadamente 1,000 Km de longitud por lo que constituye el segundo más grande del mundo después del de la Gran Barrera Arrecifal Australiana que tiene unos 2,000 Km.

Este trabajo es el tercero de una serie de documentos que caracterizan a detalle el arrecife bordeante frente a la costa de Quintana Roo. En los dos primeros se describen el arrecife de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (Gutiérrez et al., 1993) y del Corredor Turístico Cancún-Tulum (Gutiérrez et al., 1995). En este tercer estudio se describe el área arrecifal de Tampalam, en el sur de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, hasta Bacalar Chico, en la frontera política con Belice; en esta área se encuentra el corredor "Costa Maya", que va desde Punta Herrero hasta Bacalar Chico. Con estos tres trabajos Amigos de Sian Ka'an logra describir el 90% de los arrecifes de la costa de Quintana Roo, faltando por caracterizar los arrecifes de la costa norte del estado, de Cancún a Cabo Catoche; además de arrecifes insulares como los de Contoy y Cozumel y el Banco Chinchorro.

La finalidad y la forma de valorar el área son las mismas que se siguieron en los trabajos anteriores. Asimismo, con base en el desarrollo de las zonas del arrecife se definieron 13 regiones estructuralmente distintas de Tampalam a Bacalar Chico, representadas por el número XIII al XXV. (ver Figura 1).

Esta numeración es continuación de la que tienen las regiones arrecifales definidas para Sian Ka'an, que van de la I a XII, ya que de Cancún a Tulum las regiones arrecifales se representaron por letras de la A a J.

Este estudio forma parte de un programa general que pretende generar información detallada del sistema

arrecifal de Quintana Roo, que sirva de base para la conservación y uso sustentable de este ecosistema marino. El trabajo se efectuó de manera conjunta por Amigos de Sian Ka'an A. C y Biocenosis A. C.

## OBJETIVOS

### General

Realizar la descripción de los arrecifes de la parte sur de Quintana Roo para ampliar el conocimiento de los recursos marinos de la región y contribuir con la información base para su conservación y uso sustentable.

### Particulares

Describir el patrón de zonación del arrecife de acuerdo a las características estructurales y biológicas.

Definir las regiones del arrecife de acuerdo al grado de desarrollo de las estructuras arrecifales.

Describir los principales grupos biológicos que conforman el arrecife, algas, corales escleractinios y gorgonáceos y peces, en términos de riqueza de especies, abundancia y diversidad.

Hacer las sugerencias de manejo a escala regional de acuerdo al grado de desarrollo y conservación del arrecife.

## ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se localiza al sureste de la Península de Yucatán, en el Atlántico Occidental, dentro de la provincia biogeográfica del Caribe. Es el arrecife bordeante que se encuentra frente a la costa sur del estado de Quintana Roo, desde Tampalam (19°09'00"N) hasta Boca Bacalar Chico (18°10'27"N), dentro del corredor turístico Costa Maya, que va de Punta Herrero (19°18'50"N), en el límite sur de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, hasta Xcalak (18°16'20"N). (Figura 1).

De acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por García (1964), el clima es de tipo Aw<sub>1</sub> y Aw<sub>2</sub> cálido subhúmedo con lluvias en verano. La época de lluvias se desarrolla de junio a noviembre, mientras que la de secas es de enero a mayo. La precipitación media anual es de 1100 a 2000 mm. No existe drenaje superficial importante en toda la Península de Yucatán, únicamente existe el Río Hondo al sur del estado de Quintana Roo, el cual realmente es una falla y que constituye la frontera política con Belice. No obstante, a partir de Punta Herrero siguiendo la línea de costa hasta la frontera con Belice existe una serie de lagunas de agua salobre a escasa distancia de la costa. Son de fondo rocoso y están alimentadas por cenotes que las interconectan con el drenaje subterráneo. Algunas corrientes subterráneas pueden desembocar dentro de la laguna arrecifal (Tunnell et al., 1993).

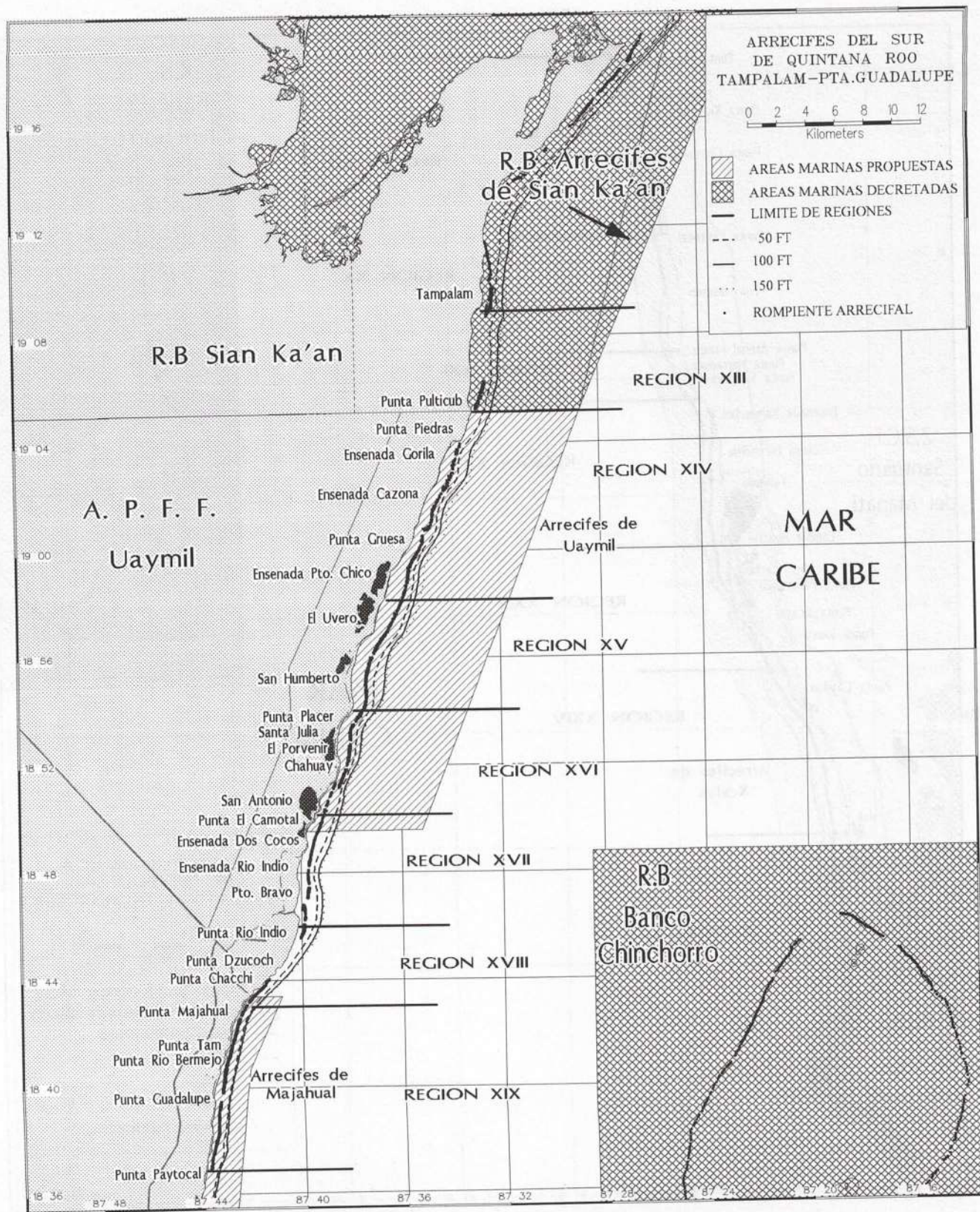


Figura 1. AREA DE ESTUDIO Y REGIONES ARRECIFALES AL SUR DE QUINTANA ROO. Se presenta la ubicación de las 13 regiones definidas por el grado de desarrollo arrecifal. De norte a sur las regiones son: la región XIII, que inicia en Tampalam, hasta la región XXV, que termina en Boca Bacalar Chico. Numéricamente estas regiones son la continuación de las que se definieron para los arrecifes de Sian Ka'an (I a XII).

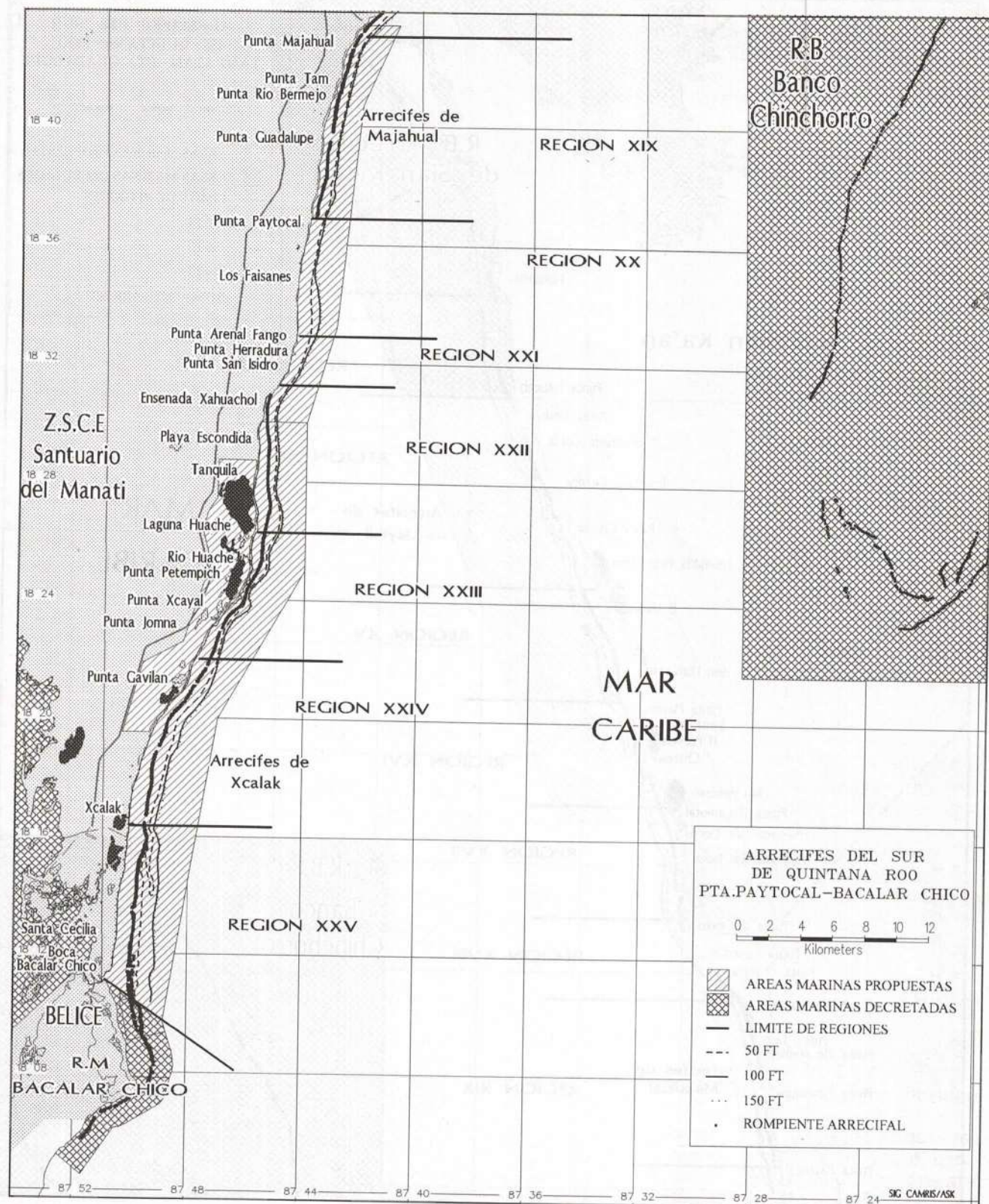


Figura 1. AREA DE ESTUDIO Y REGIONES ARRECIFALES AL SUR DE QUINTANA ROO. Se presenta la ubicación de las 13 regiones definidas por el grado de desarrollo arrecifal. De norte a sur las regiones son: la región XIII, que inicia en Tampalam, hasta la región XXV, que termina en Boca Bacalar Chico. Numéricamente estas regiones son la continuación de las que se definieron para los arrecifes de Sian Ka'an (I a XII).

Toda la región esta sujeta a los vientos del este-sureste de marzo a noviembre; de diciembre a febrero se presentan vientos provenientes del norte y noreste provocados por sistemas de baja presión, con vientos de hasta 35 Km/h o más (IUCN, 1988). La probabilidad del desarrollo de huracanes y tormentas tropicales en el área es elevada a fines del verano (IUCN, 1988). Normalmente se desarrollan en el Atlántico Tropical y el Caribe, desplazándose en dirección Oeste, cruzando la Península de Yucatán (Merino y Otero, 1991). La temperatura atmosférica media diaria es de 23°C en enero, hasta un máximo de 28°C en mayo. La temperatura media del agua es de 27.5°C, alcanzando un máximo de 29.1°C en verano y un mínimo de 25.6°C en invierno (Tunnell et al., 1993). No existen registros de salinidad para el área en particular, sin embargo para la localidad vecina de Banco Chinchorro es de 36.6 a 36.94 partes por mil, aunque estos datos pueden variar para las localidades costeras debido al aporte de agua dulce del drenaje subterráneo.

Sobre la línea de costa predomina la vegetación del tipo de la selva mediana perennifolia, aunque se distinguen varios tipos de asociaciones vegetales. A lo largo de la ruta Majahual-Xcalak domina la vegetación costera (Cabrera-Cano y Sánchez-Vázquez, 1994), con eventuales mogotes de mangle en las zonas someras de la laguna arrecifal.

La línea de costa esta formada por playas arenosas y eventuales playas y puntas rocosas de naturaleza cárstica. Las arenas son de composición biogénica debido al suministro de material del arrecife, estos sedimentos son principalmente foraminíferos bentónicos y planctónicos, moluscos, briozoarios, corales, espinas de equinodermos, espículas de esponjas, ostrácodos y algas coralinas (Nolasco-Montero y Carranza-Edwards, 1988).

En el área se presenta la corriente del Caribe la cual proviene de la corriente ecuatorial y tiene una dirección Norte-Noreste. Existe evidencia que en las cercanías de la costa hay contracorrientes con dirección Sur, que se presentan entre las puntas más prominentes. De esta forma prácticamente en todo el litoral quintanarroense la corriente costera tiene dirección sur, aunque en las zonas exteriores la corriente dominante es de dirección norte (Merino, 1986).

## MÉTODOS

La finalidad y la forma de valorar el área son las mismas que se siguieron en los trabajos anteriores del proyecto (Gutiérrez et al., 1993, 1995).

La caracterización de los arrecifes de la costa sur de Quintana Roo se realizó en tres campañas de muestreo, la primera en julio de 1993 desde el sur de Punta Ubero hasta el norte de Majahual. La segunda campaña se realizó en septiembre de 1993, de Tampalam hasta Punta Ubero. La tercera campaña fue realizada de octubre a diciembre de 1994, desde Majahual hasta Boca Bacalar Chico. (ver Figura 1).

## Trabajo de campo

Los muestreos iniciaron con una prospección general del arrecife de acuerdo a la metodología propuesta por Done (1981) en la cual un investigador es remolcado por la superficie del agua con ayuda de una cuerda de 10 a 15 m de largo. Estos transectos de superficie fueron realizados de manera perpendicular a la línea de costa, de modo que fue posible registrar las características más conspicuas del relieve y las comunidades biológicas. Una vez concluido el transecto de superficie se determinaron los lugares para el muestreo subacuático considerando la zonación arrecifal.

Durante las tres campañas de campo se realizaron un total de 364 transectos subacuáticos a lo largo de aproximadamente 100 kilómetros de costa, 121 en buceo libre y 243 en buceo autónomo, de acuerdo con el método descrito por Loya (1972) y modificado por Porter (1972), el cual consiste en colocar sobre el sustrato transectos con una cadena de plástico de 20 m de longitud y eslabones de 3.3 cm. cada uno. Cada transecto se ubicó perpendicular a la línea de costa y se separó del siguiente por una distancia promedio de 1 Km.

Las subzonas arrecifales que se muestrearon son: Arrecife Posterior (Po), Rompiente Arrecifal (Ro), Transición Barlovento (TB), Arrecife Frontal Interior (FI) y Arrecife Frontal Exterior (FE). La posición geográfica de cada lugar de muestreo se obtuvo con un Posicionador Global por Satélite (GPS) Trimble Navigator modelo Transpack II, con un error de  $\pm 100$  a 300 m. La identificación de las especies se realizó in situ.

Para las macroalgas se contó el número de eslabones que pasaban por arriba de cada especie. Para los géneros de crecimiento erecto y solitario como *Avrainvillea*, *Rhizocephalus* y *Penicillus* se consideró que cada uno representaba un eslabón en el transecto. Para la identificación de las especies se utilizaron las guías de Taylor (1960), Dawes (1986), Littler et al. (1989) y Humman (1993), y el trabajo de Wynne (1986) para checar el listado taxonómico de las especies.

Para corales escleractinios se contó el número de eslabones del transecto que pasaban por encima de cada colonia, anotando la especie a la que pertenece cada una. Se consideró una colonia al conjunto de pólipos interconectados entre sí por tejido vivo, creciendo independientemente de colonias vecinas. Cuando los corales se presentaban en parches o en grupos, si existía una unión se les consideró como una misma colonia. Para la identificación de las especies se utilizaron las guías de campo de Smith (1972), Greenberg y Greenberg (1977) y Humman (1993), y se consultó el trabajo de Castañares y Soto (1982).

Para corales gorgonáceos se contaron e identificaron las colonias encontradas medio metro a cada lado del transecto, teniendo así un área de 20 m<sup>2</sup> en cada muestreo. Para la identificación de las especies se utilizaron las claves de Cairns (1977), Bayer (1961) y Humman (1993). Para peces se realizaron censos visuales donde se contaron e identificaron los organismos observados a un



metro a cada lado del transecto y en la columna de agua, de acuerdo a la metodología propuesta por Brock (1954), teniendo así un área de 40 m<sup>2</sup> en cada muestreo. Para la identificación de las especies se utilizó la guía de Humman (1994).

Con el fin de elaborar perfiles gráficos de la zonación arrecifal se realizó una Valoración General del Ambiente (VGA), registrando cada 5 m sobre el transecto la profundidad, porcentaje de cobertura rocosa, tipo y profundidad del sustrato, pendiente y comunidad biológica dominante.

También se llevó a cabo la batimetría del área de Punta Tantamán hasta Boca Bacalar Chico, con transectos oblicuos a la costa y en zigzag, manteniendo un rumbo fijo con un compás de navegación. El límite de profundidad máxima de los transectos se determinó por el talud continental. Para esto se utilizó una ecosonda Humminbird y un Sistema de Posicionamiento Global (GPS). La información obtenida fue vertida al Sistema de Información Geográfica CAMRIS.

#### Trabajo de gabinete

Para todos los grupos biológicos se obtuvo la riqueza de especies, abundancia relativa y diversidad por zona y región arrecifal.

#### Riqueza de especies

Se obtuvo por el simple conteo de especies.

#### Abundancia relativa

Para corales escleractinios y macroalgas la abundancia relativa se determinó mediante la cobertura de tejido vivo, mientras que para peces y corales gorgonáceos se estimó con la densidad de individuos o colonias. Estas estimaciones de abundancia se realizaron por zona y región arrecifal de acuerdo a la siguiente relación:

$$AR = N / (AM \times NT) \times 100$$

AR = abundancia relativa.

N = número total de eslabones, individuos o colonias por especie y zona o región arrecifal.

AM = área de muestreo: para corales escleractinios y macroalgas es de 600 eslabones, para corales gorgonáceos es de 20 m<sup>2</sup> y para peces es de 40 m<sup>2</sup>.

NT = número total de transectos muestreados por zona o región arrecifal.

El porcentaje de abundancia obtenido por especie se indicó por medio de letras, de manera que las especies que alcanzan porcentajes mayores al 20% se definieron como dominantes y se señalan con "D", las especies que tienen de 10 a 20% de cobertura o densidad relativa son abundantes y se representan con "A", para las especies con 5 a 10% se designó la categoría de común y se representan por "C", las que tienen un porcentaje de 1 a 5% son escasas y se presentan con "E" y las especies con menos de 1% se consideraron raras y se representan con "R".

#### Diversidad

Con el número de especies y la abundancia se estimó la diversidad y la equitabilidad mediante el índice de Shannon-Wiener:

$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i \ln P_i)$$

H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener

P<sub>i</sub> = Proporción de individuos de la especie i

S = Número de especies

## RESULTADOS

### DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE ZONACIÓN ARRECIFAL

El tipo de arrecife que se encontró en la costa sur de Quintana Roo se definió de acuerdo a los criterios geomorfológicos de Guilcher (1988) y se le consideró como de tipo bordeante con tres variaciones: a) con un canal bien definido entre la línea de costa y la cresta arrecifal, b) con un canal incipiente y c) sin canal.

La zonación dentro del arrecife se determinó por la distribución y formas de crecimiento de los organismos arrecifales, que en gran parte dependen de las condiciones ambientales predominantes (Loya, 1972; Milliman, 1973).

Con base en el modelo de zonación propuesto para los arrecifes del centro del estado en los trabajos que anteceden al presente, en los arrecifes bordeantes del sur de Quintana Roo se observaron, de la línea de costa hacia mar abierto, tres zonas estructurales con varias subzonas, algunas con rasgos característicos que difieren con respecto a las áreas arrecifales ya descritas en Sian Ka'an (Gutiérrez et al., 1993) y el corredor turístico Cancún-Tulum (Gutiérrez et al., 1995) (Figura 2):

#### 1.- Laguna Arrecifal

Se forma sobre el canal, desde la línea de costa hasta la cresta arrecifal. Presenta un ancho máximo de 1 Km como en la Bahía del Ubero. La profundidad es muy variable, desde 0.5 m donde esta poco desarrollada a 3 m donde esta bien desarrollada. Se considera que donde esta desarrollada, los pastos marinos constituyen la comunidad bentónica dominante, siendo *Thalassia testudinum* la especie más conspicua.

Tiene cambios muy notables a lo largo del área de estudio; debido a esto se pueden observar características contrastantes. En los lugares donde la costa está formada por playas

Y cantiles rocosos el canal no esta definido y por lo tanto, no existe la laguna arrecifal. Tal es el caso de la playa rocosa del Quebrado de Tampalam, de los acantilados de Punta Pulticub a Punta Piedras y de Punta Río Indio a Punta Chacchi y las puntas rocosas de Chahuay y el Camotal, donde se encuentra una extensión de la loza que forma la

cresta arrecifal y la laja calcárea esta expuesta, con algunos huecos donde se acumula sedimento, pedacería y algunos crecimientos aislados de pastos marinos. También se encuentran colonias de la esponja incrustante *Cliona langae*, de los corales *Porites astreoides*, *Siderastrea siderea*, cantos rodados de *Siderastrea radians* y crecimientos ramificados de los corales *Porites porites*, *Porites divaricata* y *Porites branneri*.

#### Bancos

Esta subzona esta muy cerca de la playa y se forma de grandes extensiones de pastos marinos que se ven expuestos con la marea baja. Las especies de pastos que forman estas áreas son *Halodule sp.* y *Syringodium filiforme*, que se alternan con algunas macroalgas como *Turbinaria sp.*, *Padina sp.*, y *Acetabularia sp.*, entre otras. Estos "bancos" se encuentran principalmente de Ensenada Cazona a Punta Ubero, de Ensenada Chahuay hasta Bahía de Río Indio, Río Huache, Punta Gavilán y Xcalak.

#### Parches

Esta subzona se forma de crecimientos aislados de pastos marinos, de "cabezos" coralinos, alrededor de los cuales se encuentran una gran cantidad de peces o bien, de agregaciones de corales gorgonáceos, donde destacan colonias muy altas del género *Pseudopterogorgia*.

#### Bajos

Esta subzona es generalmente poco profunda y se forma de agregaciones de crecimientos masivos de coral de más de 2 m de alto y con un diámetro mayor también a 2 m, que quedan muy próximos a la superficie del agua, pertenecientes a las especies *Montastrea annularis*, *Diploria clivosa* y *Diploria strigosa*. Estas agregaciones masivas pueden ser muy extensas como frente a laguna Ubero, Chahuay, Río Huache, Punta Gavilán y Xcalak lo que dificulta la navegación por el canal.

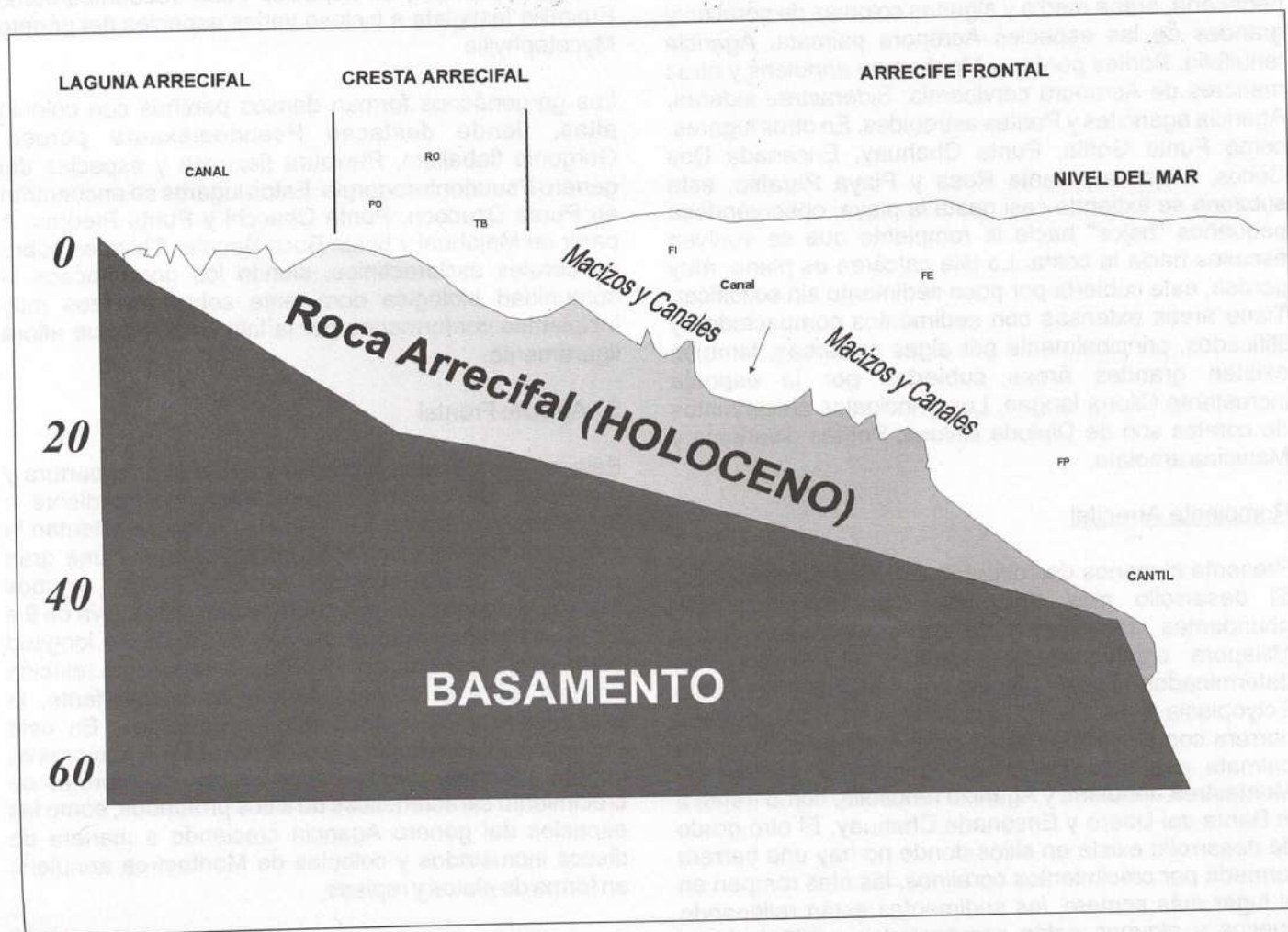


Figura 2. PERFIL GENERAL DE ZONACIÓN DE LOS ARRECIFES DEL SUR DE QUINTANA ROO. Se presentan las zonas y subzonas arrecifales determinadas por la distribución y forma de crecimiento de los organismos arrecifales.

Subzonas Arrecifales: PO=Arrecife Posterior, RO=Rompiente Arrecifal, TB=Transición Barlovento, FI=Arrecife Frontal Interior, FE=Arrecife Frontal Exterior, FP=Arrecife Frontal Profundo

## 2.- Cresta Arrecifal

Es la parte más somera del arrecife. Esta zona se encuentra a lo largo de toda el área de estudio, su ancho es variable, ya que en algunos sitios alcanza hasta 2.5 Km como entre Tampalam y Pulticub, y en otros lugares tiene menos de 700 m como en Ensenada Chahuay, Punta Río Indio, Punta Chacchi y Ensenada Xahuachol. Termina en el borde superior de una antigua línea de costa a una profundidad promedio de 15 m. Por lo general, a esta profundidad se encuentra un sistema de macizos y canales poco desarrollados, probablemente como resultado de la erosión de la plataforma cárstica que le da sustento, aunque el depósito actual de carbonato de calcio y por consiguiente las variaciones en el perfil arrecifal se deben a procesos biogénicos.

### Arrecife Posterior

Es la subzona más variable en extensión y fisiografía. En algunas áreas su ancho no es mayor de 300 m. Presenta pedacera, arena media y algunas colonias de coral muy grandes de las especies *Acropora palmata*, *Agaricia tenuifolia*, *Porites porites* y *Montastrea annularis* y otras menores de *Acropora cervicornis*, *Siderastrea siderea*, *Agaricia agaricites* y *Porites astreoides*. En otros lugares, como Punta Gorila, Punta Chahuay, Ensenada Dos Cocos, Majahual, Santa Rosa y Playa Paraíso, esta subzona se extiende casi hasta la playa, observándose pequeños "bajos" hacia la rompiente que se vuelven escasos hacia la costa. La laja calcárea es plana, muy porosa, esta cubierta por poco sedimento sin solidificar. Tiene áreas extensas con sedimentos compactados y litificados, principalmente por algas calcáreas, también existen grandes áreas cubiertas por la esponja incrustante *Cliona langae*. Los principales crecimientos de corales son de *Diploria clivosa*, *Porites divaricata* y *Manicina areolata*.

### Rompiente Arrecifal

Presenta al menos dos diferentes grados de desarrollo. El desarrollo más típico se caracteriza por los abundantes crecimientos de los hidrocorales pétreos *Millepora complanata* y *Millepora alcicornis* y en determinados lugares por esponjas incrustantes como *Ectyoplasia ferox*, en algunos sitios forma una pequeña barrera con crecimientos del coral ramificado *Acropora palmata* que sobresalen con la bajamar y otros de *Montastrea annularis* y *Agaricia tenuifolia*, como frente a la Bahía del Ubero y Ensenada Chahuay. El otro grado de desarrollo existe en sitios donde no hay una barrera formada por crecimientos coralinos, las olas rompen en el lugar más somero, los sedimentos están relleno de huecos y algunos están compactados y litificándose; mientras que en algunas áreas se observa una capa de algas formando un "tapete", las colonias de corales escleractinios y gorgonáceos son escasas y pequeñas, al igual que las del género *Millepora*. Estos sitios se

encuentran entre Tampalam y Pulticub, frente a Ensenada Gorila, San Humberto, en la Bahía de Río Indio y de Punta Paytocal a Punta Arenal Fango.

### Transición Barlovento

Es la subzona menos variable de la cresta arrecifal. En la parte somera es muy uniforme, la diversidad y abundancia de corales escleractinios es baja y dominan los gorgonáceos, el sustrato es poco abrupto pero con pendiente. A mayor profundidad y conforme se llega al borde de la antigua línea de costa se encuentran distintos panoramas. En algunos sitios, el paisaje anterior se mantiene, solo es notable una fina capa de algas que forma un "tapete" sobre la laja calcárea, como frente al Camotal y Ensenada Dos Cocos. En otros se encuentra un sistema incipiente de macizos de coral y canales de arena con un desnivel de 2 m en promedio, entre 9 y 12 m de profundidad, con gran variedad de corales escleractinios y gorgonáceos. Presenta crecimientos masivos del coral *Dendrogyra cylindrus* y *Acropora palmata*, de especies poco frecuentes como *Eusmilia fastigiata* e incluso varias especies del género *Mycetophyllia*.

Los gorgonáceos forman densos parches con colonia altas, donde destacan *Pseudoplexaura porosa*, *Gorgonia flabellum*, *Plexaura flexuosa* y especies del género *Pseudopterogorgia*. Estos lugares se encuentran en Punta Dzucoc, Punta Chacchi y Punta Piedras. A partir de Majahual y hasta Boca Bacalar Chico es pobre en corales escleractinios, siendo los gorgonáceos la comunidad biológica dominante sobre macizos muy incipientes conformados por la laja calcárea que aflora ligeramente.

## 3.- Arrecife Frontal

Esta zona es la más profunda y con mayor cobertura y diversidad de corales escleractinios. La pendiente o "escalón" que separa las terrazas donde se asientan la cresta arrecifal y el arrecife frontal presenta una gran diversidad de organismos arrecifales. En algunos lugares el desnivel llega a ser mayor de 10 m. y va de 9 a 21 m. de profundidad en menos de 20 m. de longitud sobre el eje morfológico. Al parecer, existe una relación positiva entre el abrupto ángulo de la pendiente, la profundidad y la diversidad de organismos. En este desnivel, si la pendiente y la profundidad son mayores es común encontrar corales escleractinios con formas de crecimiento características de sitios profundos, como las especies del género *Agaricia* creciendo a manera de discos incrustados y colonias de *Montastrea annularis* en forma de platos y repisas.

### Frontal Interior

Es la subzona más heterogénea del arrecife frontal. En algunos sitios, los macizos son muy anchos y cortos, como frente a la localidad del Camotal; mientras que, en

otros sitios son muy largos y delgados como en Chahuay y el Placer, e incluso hay áreas donde los macizos solo se insinúan y son dominados por algas y algunos gorgonáceos. Existen áreas donde se encuentran macizos irregulares, altos, no muy largos que se forman después del "escalón", pero en general la terraza donde se asienta esta dominada por algas como Lobophora variegata y especies del género Halimeda, y por crecimientos aislados de gorgonáceos del género Pterogorgia. En estos lugares hay acumulación de sedimentos sobre la loza calcárea.

A menor profundidad y cerca de la cresta arrecifal, los macizos son delgados con una altura máxima de 3 m., los gorgonáceos son dominantes y las colonias de escleractinios son pequeñas. Conforme aumenta la profundidad los macizos coralinos tienen dimensiones mayores, aunque nunca se observaron con una altura mayor a 5 m. Presentan crecimientos masivos de Agaricia tenuifolia, Acropora palmata y Montastrea annularis, pero en la cima, y hacia el frontal exterior, es común encontrar una gran variedad de corales con formas ramificadas como Madracis mirabilis, Acropora cervicornis, Porites porites y Porites furcata, que se mezclan con "parches" de algas como Lobophora variegata y Sargassum hystrix. La cantidad de sedimento aumenta y puede formar canales paralelos a la costa muy anchos. Sin embargo, cuando los macizos coralinos están bien desarrollados el canal puede ser muy angosto.

En estos sitios se pueden encontrar varias franjas de macizos y canales, pero siempre los que se asientan más profundo están mejor desarrollados. Este es el caso de puntas como Ubero, El Placer, Chahuay y El Camotal.

A partir de Majahual y hasta Xcalak, los macizos coralinos del frontal interior son en general muy largos entremezclándose con los macizos del frontal exterior. De esta manera no existe una separación evidente en la mayoría de los casos entre estas dos subzonas arrecifales. La cobertura coralina está dominada por Montastrea annularis y especies del género Agaricia. Esta subzona se localiza entre los 15 y 24 m. de profundidad.

#### Frontal Exterior

Cuando la subzona está bien desarrollada se encuentran dos franjas o sistemas de macizos de coral y canales de arena, en otros sitios solo se observa uno. El sistema más profundo se ubica entre 27 y 36 m. de profundidad, presenta macizos anchos y largos de hasta 10 m. de alto, con una alta cobertura de tejido coralino vivo y alta riqueza de especies de escleractinios, cuya forma de crecimiento predominante es de plato o repisas.

También abundan gorgonáceos de profundidad y esponjas de formas tubulares y masivas. En los canales hay esponjas de grandes dimensiones como

Xestospongia muta. El segundo sistema de macizos y canales se encuentra entre los 21 y 27 m. de profundidad, con macizos cortos y angostos.

En sitios como el Quebrado de Tampalam, Punta Pulticub y Puerto Bravo se encuentran algunos macizos coralinos incipientes y aislados, colonias de esponjas masivas y "parches" de gorgonáceos y algas.

Las especies más abundantes de corales escleractinios pertenecen a los géneros Colpophyllia, Agaricia y Mycetophyllia. Frente a Punta Gorila, esta subzona tiene una gran cantidad de colonias de la especie Manicina areolata, lo cual es poco común en estos arrecifes.

En las regiones más sureñas del área de estudio los macizos del frontal exterior finalizan a los 40 o 45 m. de profundidad con una abrupta pendiente de 60 grados, después de la cual sigue una franja de arena que paulatinamente alcanza los 65 a 80 m. de profundidad, donde inicia el cantil.

#### Frontal Profundo

Esta subzona se presenta en la parte norte del área de estudio. Se encuentra después del escalón donde se asienta el frontal exterior, entre 36 m. y 60 m. de profundidad y se desarrolla en una pendiente muy aguda entre 45 y 60 grados, con una ligera capa de sedimentos cubriendo el sustrato duro. Generalmente se encuentran colonias aisladas e incrustantes de corales escleractinios como Siderastrea siderea y Agaricia agaricites. Sin embargo, la comunidad bentónica dominante son esponjas masivas y tubulares, algas, colonias de hidrozoarios y algunos gorgonáceos, principalmente especies de profundidad. A partir de Majahual y hacia Xcalak no se presentó el arrecife frontal profundo.

#### Cantil

Esta subzona inicia en una pendiente abrupta entre los 60 m. y 70 m. de profundidad. Aunque no se muestreo, se encontró que presenta corales en forma de disco, esponjas de crecimiento masivo y colonias de antipatarios.

#### La Poza De Xcalak

En el extremo sur de la costa de Quintana Roo, al sur del poblado de Xcalak hasta 1 Km. más allá de la frontera con Belice, se encuentra una formación excepcional a manera de surco submarino, que se extiende 13 Km. de manera paralela al litoral. Tiene características fisiográficas muy singulares que no se presentan en otra parte de México. Se desarrolla después de la transición barlovento, donde se encuentra una pendiente muy aguda que en algunos puntos se aproxima a la vertical, para posteriormente ascender nuevamente.

| ZONA                    | SUBZONA                    | CARACTERÍSTICAS                                                                                                                                                                   |
|-------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Laguna Arrecifal</b> | bancos (BA)                | Arena fina, algas y pastos marinos, o cantil rocoso, playa rocosa. Profundidad de 0 a 2 m.                                                                                        |
|                         | parches (PA)               | Pastos marinos, "cabezos" coralinos y gorgonáceos, o subzona no presente, laja expuesta y porosa, poco sedimento. Profundidad de 2 a 5 m.                                         |
|                         | bajos (BA)                 | Agregaciones de crecimientos masivos de corales escleractinios, gorgonáceos y algas, o subzona no presente, laja expuesta y porosa. Profundidad de 2 a 3 m.                       |
| <b>Cresta Arrecifal</b> | arrecife posterior (PO)    | "cabezos" coralinos, algas, pedacería y arena media, o laja litificada y porosa. Profundidad de 2 m.                                                                              |
|                         | rompiente arrecifal (RO)   | Hidrocorales pétreos, algas, "cabezos" y pedacería gruesa, o laja rellena y litificada. Profundidad de 0 a 2 m.                                                                   |
|                         | transición barlovento (TB) | Macizos y canales incipientes o laja calcárea. Profundidad de 9 a 12 m.                                                                                                           |
|                         | (*) surco submarino        | Solo al sur de Xcalak, entre la rompiente arrecifal y la transición al barlovento. Con crecimiento coralino en la pared occidental. Profundidad de 8 a 27 m.                      |
| <b>Arrecife Frontal</b> | frontal interior (FI)      | Macizos de mediana altura (2 m.), largos y delgados, formados por gorgonáceos y algas; corales ramificados en la cima o ausentes, arena fina. Entre 15 m. y 24 m. de profundidad. |
|                         | frontal exterior (FE)      | Macizos de gran altura (10 m.). Canales de arena con gorgonáceos o macizos en parche. Entre 24 m. y 36 m. de profundidad.                                                         |
|                         | frontal profundo (FP)      | Algas, colonias aisladas de corales planos e incrustantes, gorgonáceos de profundidad, antipatarios y esponjas masivas. Entre 36 m. y 60 m. de profundidad.                       |
|                         | cantil (C)                 | Corales como discos, antipatarios y esponjas masivas. Inicia a los 60 m. o 70 m. de profundidad.                                                                                  |

Tabla 1. DESCRIPCIÓN DEL MODELO GENERAL DE ZONACIÓN PARA LOS ARRECIFES CORALINOS DEL SUR DE QUINTANA ROO. Se presenta una breve descripción de las características generales por subzona arrecifal.

La pared occidental del surco presenta un sistema de macizos coralinos y canales de arena semejantes a los que se desarrollan en un arrecife frontal, aunque a una profundidad menor y con macizos coralinos más cortos. La base del surco se compone de una planicie arenosa a una profundidad promedio de 40 m., disminuyendo hasta 18 m. dentro del territorio beliceño; mientras que, la pared oriental tiene pedacería de coral y colonias de coral muertas o dañadas, creciendo a manera de repisas.

En la cumbre del surco se tiene una profundidad promedio

de 10 m., siendo en los límites norte y sur de tan solo 5 m. Ya por fuera de "La Poza", la topografía es la que se observa en el resto del sistema arrecifal de Quintana Roo, con el típico sistema de macizos y canales que llegan aproximadamente a 36 m. de profundidad.

En la tabla 1 se presenta un resumen de las características de cada subzona arrecifal identificada en los arrecifes del sur de Quintana Roo. Mientras que en la figura 3 se muestran las variaciones del perfil de zonación por región.

| REGION | LIMITE NORTE<br>Latitud | PUNTOS DE REFERENCIA                                                                         |
|--------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| XIII   | 19°09'00"               | Tampalam, Pulticub.                                                                          |
| XIV    | 19°05'00"               | Pulticub, Punta Piedras, Punta Gorila, Ensenada Cazona, Punta Gruesa, Ensenada Puerto Chico. |
| XV     | 18°58'30"               | El Ubero, San Humberto.                                                                      |
| XVI    | 18°54'00"               | El Placer, El Porvenir, Santa Julia, Chahuay, San Antonio, Punta El Camotal.                 |
| XVII   | 18°49'30"               | Dos Cocos, Ensenada Río Indio, Puerto Bravo.                                                 |
| XVIII  | 18°46'00"               | Punta Río Indio, Punta Dzucob, Punta Chacchí.                                                |
| XIX    | 18°43'25"               | Punta Chacchí, Majahual, Punta Tam, Punta Río Bermejo, Punta Guadalupe.                      |
| XX     | 18°37'00"               | Punta Paytocal, Los Faisanes.                                                                |
| XXI    | 18°32'37"               | Punta Arenal Fango, Punta Herradura, Punta San Isidro.                                       |
| XXII   | 18°31'00"               | Ensenada Xahuachol, Playa Escondida, Tanquilá.                                               |
| XXIII  | 18°26'16"               | Laguna Huache, Punta Petempich, Punta Xcayal, Punta Jomná.                                   |
| XXIV   | 18°22'15"               | Punta Gavilán, Costa de Cocos.                                                               |
| XXV    | 18°16'20"               | Xcalak, Santa Cecilia, Boca Bacalar Chico.                                                   |

Tabla 2. LIMITES DE REGIONES ARRECIFALES. Se presentan los límites y puntos de referencia de las 13 regiones determinadas en los arrecifes del sur de Quintana Roo de acuerdo al grado de desarrollo arrecifal.

De las subzonas arrecifales descritas, cinco se consideraron para fines de muestreo y son las que se presentan en el análisis de resultados. En la laguna arrecifal se analizó el área de "bajos" que colinda con el arrecife posterior.

En la cresta arrecifal las subzonas de muestreo fueron la rompiente arrecifal y la transición hacia el barlovento representada por. En el arrecife frontal se consideró el frontal interior y el frontal exterior.

#### DESCRIPCIÓN DE LAS REGIONES ARRECIFALES

Las variaciones en el grado de desarrollo que presentan las zonas arrecifales fueron utilizadas para definir 13 regiones (ver figura 1). Como en los trabajos de Gutiérrez et al. (1993 y 1995) los principales criterios que se utilizaron para la definición de dichas regiones fueron en orden de importancia: el desarrollo del arrecife frontal, las características de la cresta arrecifal y el relieve Topográfico. Numéricamente estas regiones son la continuación de las doce regiones definidas para los arrecifes de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (Gutiérrez et al., 1993). De norte a sur la primer región es la XIII, que va desde Tampalam (19°09'00"N) hasta Punta Pulticub (19°05'00"N) y en el extremo sur la última región es la XXV que va de Xcalak (18°16'20"N) hasta Boca Bacalar Chico (18°10'10"N) (Tabla 2).

#### REGIÓN XIII

Esta región va del Quebrado de Tampalam (1909'00"N) a Punta Pulticub (1905.5'N), incluyendo Playa Tampalam y Playa Pulticub (ver figura 1). La línea de costa presenta playas estrechas tanto arenosas como rocosas.

La laguna arrecifal prácticamente no existe, solo se encuentran pequeños parches de pastos marinos muy cerca de la playa.

La cresta arrecifal se extiende de la línea de costa hasta 1.5 Km. mar adentro y termina en un sistema de macizos y canales incipiente. La losa calcárea que constituye el basamento del arrecife posterior y la rompiente arrecifal es plana, muy porosa, cubierta con grandes áreas de sedimentos compactados y litificados y algas calcáreas. En el arrecife posterior los principales crecimientos de corales hermatípicos son de *Acropora palmata*, que cuenta con varias colonias vivas alrededor del Quebrado de Tampalam. En la rompiente arrecifal es notable la dominancia de *Millepora complanata*. Frente al Quebrado de Tampalam existe un pecio donde se puede observar mayor abundancia de colonias de escleractinios y agregaciones de peces. La losa calcárea en la transición barlovento es similar a la parte somera, pero conforme aumenta la profundidad, entre 9 y 12 m., se encuentra un sistema de macizos y canales incipiente con un desnivel de 2 m. en promedio. En ésta área aumenta la cobertura de escleractinios y la densidad de gorgonáceos.

El arrecife frontal se encuentra mejor desarrollado en los extremos de la región. A diferencia de las otras regiones, no

se observó la antigua línea de costa que se hace evidente por un "escalón" entre la cresta arrecifal y el arrecife frontal. Sin embargo, el frontal exterior está asentado sobre un "escalón" entre 27 y 43 m. de profundidad. El frontal interior es muy incipiente, la comunidad bentónica dominante son los gorgonáceos y las algas, que en algunas áreas forman esbozos de macizos y canales donde es posible encontrar algunos crecimientos de escleractinios y esponjas. El frontal exterior se encuentra separado por un amplio canal de arena paralelo a la costa, que en algunas áreas se encuentra colonizado por algas, tiene un sistema de macizos y canales muy heterogéneo en sus dimensiones y macizos coralinos con una altura máxima de 3 m.

#### REGIÓN XIV

El área que abarca esta región es extensa, comprende desde el sur de Punta Pulticub (1905'00"N) hasta Ensenada Puerto Chico (1859'N) al norte del Ubero, incluyendo Punta Piedras, Punta Gorila, Ensenada Cazona y Punta Gruesa (ver figura 1). La línea de costa de Pulticub a Punta Piedras presenta un pequeño acantilado de no más de 8 m. de altura, el resto de la región presenta playas arenosas estrechas.

En la laguna arrecifal se observa un gradiente de desarrollo con cambios abruptos de norte a sur. En el norte, la zona no existe debido a la presencia del acantilado. En el centro, de Ensenada Gorila a Ensenada Cazona, se encuentran esbozos de la zona representados por algunos parches de pastos marinos que se forman muy cerca de las playas arenosas, que en ocasiones quedan expuestos durante la baja mar. Al sur, de Punta Cazona a Ensenada Puerto Chico, la zona alcanza un desarrollo espectacular debido a que el canal donde se forma presenta una extensión hasta de 1 Km.

La cresta arrecifal tiene una extensión y complejidad estructural que varía a lo largo de toda la región. Al norte frente al acantilado solo se encuentra la transición barlovento donde se insinúa un sistema de macizos y canales con diversidad baja de corales hermatípicos y en general de otros organismos. Al centro, el arrecife posterior se extiende casi hasta la playa, observándose pequeños "bajos" hacia la rompiente que se vuelven escasos hacia la costa. La rompiente arrecifal tiene una profundidad de 2 m. y no forma una barrera, tiene baja cobertura de corales escleractinios y destaca la abundancia de la esponja incrustante *Cliona langae*.

En el sur de la región, el arrecife posterior presenta numerosos "bajos" de diversos tamaños, aunque también es común encontrar parches de gorgonáceos con colonias muy altas de especies del género *Pseudopterogorgia*, pero *Eunicea mammosa* se constituye como la especie dominante. Se encuentran numerosas trampas para peces, que pertenecen a la cooperativa del Ubero. La rompiente forma una verdadera barrera larga y continua. De Ensenada Gorila a Ensenada Puerto Chico, la transición barlovento presenta colonias muy grandes de gorgonáceos, conforme aumenta la profundidad y hasta los 10 m., los escleractinios son más diversos y sus colonias más grandes.

El arrecife frontal es en general incipiente y se desarrolla en parches. Se encuentra separado de la cresta arrecifal por un "escalón" de pendiente muy pronunciada. En este pequeño cantil, la diversidad y cobertura de escleractinios y gorgonáceos aumenta considerablemente.

El frontal interior presenta en algunas áreas macizos irregulares, altos y no muy largos que se forman después del "escalón", pero en general el fondo está cubierto por algas y en algunos lugares por crecimientos aislados de gorgonáceos del género *Pterogorgia*.

Hacia el frontal exterior la cantidad de sedimento aumenta, sin embargo se encuentran algunos macizos incipientes y aislados de aproximadamente 1 m. de alto y 10 m. de largo, crecimientos aislados de esponjas masivas y "parches" de gorgonáceos y algas.

Frente a Punta Gorila se encontró una gran cantidad de colonias de la especie *Manicina areolata*, lo cual es poco común en esta subzona arrecifal.

## REGIÓN XV

Esta región se encuentra entre la Laguna Ubero (1858'30"N) y San Humberto (1854'30"N) e incluye Punta Ubero (ver figura 1). La línea de costa presenta playas arenosas.

La laguna arrecifal es muy amplia con abundancia de "bajos". Presenta "parches" grandes de pastos marinos que se alternan con "bajos" coralinos de tamaño variable, colonias de gorgonáceos altas y "parches" de arena de grano medio y fino. En esta región los pescadores del Ubero también tienen un número considerable de trampas para peces. La profundidad promedio es de 3 m.

La cresta arrecifal está bien estructurada pero no es muy extensa. En el arrecife posterior se encuentran abundantes "bajos", sobre todo cerca de Punta Ubero, formados principalmente por crecimientos masivos de *Montastrea annularis*. La rompiente arrecifal es una barrera angosta y continua formada por *Acropora palmata* que hace que la pendiente cambie abruptamente por lo que las olas rompen intensamente. Cerca de San Humberto la barrera se interrumpe y la rompiente se hace evidente por el cambio de pendiente. Otras especies importantes en la rompiente son *Madracis decactis* y *Millepora complanata*. La transición barlovento está dominada por gorgonáceos, las colonias de escleractinios son pequeñas y escasas, igualmente la densidad de peces arrecifales es baja, mientras que la cobertura de algas es alta.

El arrecife frontal está bien desarrollado, sobre todo frente a Punta Ubero, después existe un gradiente hacia los extremos donde se van reduciendo los macizos y canales. El frontal interior presenta macizos delgados con una altura máxima de 3 m. cerca de Punta Ubero. En esta subzona nuevamente los gorgonáceos son dominantes y los escleractinios son pequeños y diversos. El frontal exterior se presenta en dos franjas o sistemas de macizos y canales. El más profundo entre 27 y 33 m. tiene macizos

aislados, anchos, largos y hasta de 5 m. de alto.

Existe alta cobertura de tejido vivo, abundantes esponjas de formas tubulares y masivas y gorgonáceos de profundidad. En los canales predominan los escleractinios en forma de plato con algunas esponjas masivas. El segundo sistema de macizos y canales se encuentra entre los 21 y 27 m. y los macizos son cortos y angostos.

## REGIÓN XVI

Comprende de Punta Placer (1854'00"N) hasta El Camotal (1850'N) e incluye El Porvenir, Santa Julia, Ensenada Chahuay y San Antonio (ver figura 1). La línea de costa presenta playas arenosas y rocosas. La laguna arrecifal se desarrolla frente a las ensenadas del Porvenir y Chahuay. En el Porvenir se encuentran pocos "bajos", principalmente de especies como *Madracis decactis* y *Acropora cervicornis*. La profundidad promedio es de 3 m. Existen algunos "bajos" de *Montastrea annularis* y son más numerosos los de *Agaricia tenuifolia*. En general, la cobertura de escleractinios es escasa y la de algas elevada. Cerca de la playa se observaron grandes parches de pastos marinos, principalmente de *Halodule sp.*, que se ven expuestos durante la marea baja. También hay blanquizales y parches de *Thalassia testudinum* con algas del género *Penicillus*.

La cresta arrecifal está bien desarrollada, en algunos lugares se extiende hasta la playa y en otros forma pequeñas barreras. El arrecife posterior es muy estrecho, tiene menos de 100 m. de amplitud, con excepción de las puntas rocosas donde se vuelve extenso. Presenta "bajos" de *Montastrea annularis*, *Acropora palmata* y *Porites porites*. La rompiente arrecifal forma pequeñas barreras donde dominan los corales *Millepora complanata* y *Agaricia tenuifolia* y el gorgonáceo *Eunicea mammosa*.

En la transición barlovento existe un incipiente sistema de macizos y canales a los 10 m. de profundidad. La cobertura de escleractinios es variable en algunos lugares, frente al Placer es muy alta con numerosas colonias de varias especies y abundancia de peces, en contraste, en otros sitios es baja como es el caso de Chahuay.

El arrecife frontal está bien desarrollado sobre todo frente a las puntas rocosas que delimitan esta región. Solo no está desarrollado en la ensenada frente a Santa Julia y El Porvenir, donde se encuentran macizos coralinos aislados de diversos tamaños y dominan los gorgonáceos y las algas.

El frontal interior presenta una gran heterogeneidad en las dimensiones de los macizos, aunque nunca son mayores a 5 m. de altura. En algunos sitios, como frente al Camotal, son muy anchos y cortos; en otros son muy largos y delgados como frente a Chahuay y el Placer.

En la cima de estos macizos es común encontrar un "tapete" de algas que se mezcla con corales de formas ramificadas como *Madracis mirabilis*, *Acropora cervicornis*, *Porites porites* y *Porites furcata*. Conforme disminuye la

profundidad y los macizos se aproximan a la cresta arrecifal se encuentran más crecimientos masivos de *Agaricia tenuifolia*, *Acropora palmata* y *Montastrea annularis*. También en el frontal exterior se observó gran heterogeneidad en la forma de los macizos coralinos, y es donde alcanzan sus mayores dimensiones, presentando en algunos casos alturas superiores a los 10 m. como frente a Chahuay. Esta subzona registró una cobertura de escleractinios alta en relación a las otras regiones que comprende este estudio.

En profundidades mayores a 25 m. la pendiente aumenta y en algunos lugares hay cambios abruptos a 30 y 33 m. de profundidad, en estos lugares se observan gorgonáceos de profundidad, especies de coral negro y escleractinios en forma de discos hasta los 36 m. de profundidad.

## REGIÓN XVII

Esta región comprende desde ensenada Dos Cocos (1849'30"N) hasta Puerto Bravo (1846'30"N), incluyendo la Ensenada de Río Indio (ver figura 1). La línea de costa presenta playas y puntas rocosas. En Ensenada Río Indio se encuentran playas arenosas y crecimientos de mangle junto al mar.

La laguna arrecifal es en general muy somera, presenta grandes áreas de pastos marinos que se ven expuestas con la baja mar. Se encuentran frecuentemente pequeños "escalones" que permiten ver los estolones de los pastos. Los "bajos" son muy escasos y cercanos a la cresta arrecifal. En algunos lugares con menos de 1 m. de profundidad se encontraron "parches" de los pastos marinos *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*, con colonias de *Porites divaricata*, *Porites branneri*, *Manicina areolata*, *Siderastrea radians* y la esponja *Cliona langae*.

La cresta arrecifal no está muy desarrollada, aunque ocupa un área muy extensa. Es muy somera, se observa como una gran laja porosa y plana. El arrecife posterior presenta algunos "bajos" muy aislados cercanos a la rompiente arrecifal, formados principalmente por cabezos de *Montastrea annularis*. La rompiente arrecifal es muy plana, los sedimentos están relleno de huecos, algunos de los cuales están compactados y en proceso de litificación; en algunas áreas se observa una mezcla de diversas especies de algas de pequeño tamaño que conforman un "tapete", las colonias de escleractinios, hidrocorales y gorgonáceos son escasas y pequeñas. La transición barlovento es la subzona más desarrollada de la cresta con alta cobertura de tejido vivo de escleractinios y una alta densidad de corales gorgonáceos. La profundidad es de 15 m. en algunos lugares y en otros esta entre 10 y 20 m.

El arrecife frontal presenta macizos y canales hacia los extremos de la región, que van disminuyendo en desarrollo y abundancia conforme se avanza hacia el centro de la misma. En el centro, frente a la Ensenada de Río Indio hay presencia de pequeños crecimientos incrustantes y masivos de escleractinios, colonias altas de gorgonáceos como los del género *Pseudopterogorgia* y algunas esponjas masivas.

## REGIÓN XVIII

La región se encuentra entre Punta Río Indio (1846'30"N) y Punta Chacchí (1843'30"N) al norte de Majahual, incluyendo Punta Dzucuch (ver figura 1). En la línea de costa se observa un pequeño acantilado no mayor de 7 m.

La laguna arrecifal no existe. La cresta arrecifal solo tiene desarrollada la transición barlovento, donde se encuentra un sistema de macizos y canales incipiente que se asienta sobre una terraza que va desde el borde del acantilado hasta los 10 m. de profundidad. Los macizos alcanzan hasta 5 m. de altura pero son cortos debido a que difícilmente llegan a los 20 m. La diversidad y abundancia de escleractinios y gorgonáceos es la más alta de la región. En esta área se encuentran numerosas cuevas donde los pescadores de Majahual capturan langosta (*Panulirus argus*), mero (*Epinephelus* spp) y tiburón gata (*Ginglymostoma cirratum*).

El arrecife frontal se desarrolla sobre una pendiente muy aguda con macizos aislados dominados por gorgonáceos y algas en las partes más someras y por esponjas masivas de diversas formas, en las partes profundas. El inicio del cantil se encuentra a menos de 1 Km. de la costa entre los 60 y 70 m. de profundidad. El frontal interior tiene un "escalón" entre los 15 y 21 m. de profundidad, de pendiente poco abrupta, con algunos macizos pequeños y aislados y esponjas masivas. Se observó gran cantidad de sedimento en la zona y un "tapete" de algas cianofitas, el cual es muy denso y esta sobre una delgada capa de sedimento de aproximadamente 0.5 cm. que cubre la losa calcárea. Un canal de arena paralelo a la costa separa al frontal exterior, que esta dominado por esponjas masivas de más de 1.5 m. de altura y 1 m. de diámetro y esponjas tubulares. No se encontraron crecimientos importantes de escleractinios, solo colonias pequeñas muy aisladas de *Siderastrea siderea* y *Agaricia agaricites*, de hecho la cobertura en esta zona registró el valor mas bajo de toda el área de estudio (2.28%). En la pendiente se encuentran gorgonáceos de profundidad, antipatarios e hidrozoarios.

## REGIÓN XIX

Esta región inicia al Sur de Punta Chacchí (18°43'25"N) y termina al norte de Punta Paytocal (18°37'00"N), incluyendo Majahual, Punta Tam, Punta Río Bermejo y Punta Guadalupe (ver figura 1). La línea de costa generalmente presenta playas arenosas estrechas aunque existen pequeñas puntas rocosas al Norte de Paytocal y en Punta Río Bermejo.

La laguna arrecifal es amplia con una profundidad promedio de 1.5 m., aunque en Majahual no es mayor a los 50 cm., por lo que durante la bajamar afloran camas de los pastos marinos *Thalassia testudinum* y *Halodule* sp. La poca profundidad es aprovechada por los habitantes de la zona para colocar trampas para peces.

En general, la cresta arrecifal esta bien desarrollada en toda la región. La profundidad va aumentando hacia



barlovento, sin embargo frente a San Isidro, San Diego y Paytocal, la rompiente termina en una pendiente abrupta de casi 90 grados, que alcanza una profundidad de 6 a 7 m. El arrecife posterior es poco profundo en la mayor parte de la región, a excepción de Río Bermejo y Punta Guadalupe donde la profundidad es de 7 m., con grandes cabezos de coral de *Montastrea annularis* y *Agaricia tenuifolia*. La visibilidad es escasa debido al aporte de sedimentos y detritus provenientes de los escurrimientos de la zona de manglar adyacente a la playa. La rompiente arrecifal se encuentra a una distancia entre 200 a 350 m. de la playa e interrumpida eventualmente por "quebrados" que son utilizados para el paso de las embarcaciones a mar abierto.

La transición barlovento presenta una serie de canales de arena y laja muy incipientes, en la cual dominan los gorgonáceos *Gorgonia flabellum* y *Muricea*, a una profundidad promedio de 9 m.

En el arrecife frontal, la subzona interior se desarrolla a 12 m. de profundidad promedio con una cobertura coralina alta aunque con menor diversidad que la transición barlovento, siendo la especie dominante *Montastrea annularis*.

El frontal interior y exterior se encuentran separados por un canal transversal de arena, después del cual se inicia el sistema de macizos y canales del frontal exterior, de 15 m. hasta los 35 m. de profundidad, a partir de donde sigue una pendiente ligera de sustrato arenoso con algunos "parches" de algas y esponjas masivas. En esta región se pudieron observar algunos peces de gran tamaño de las familias Serranidae, Muraenidae y Lutjanidae, condición que en otras regiones no fue común.

## REGIÓN XX

**E**sta región inicia al sur de Paytocal (18°37'N) y finaliza al norte de Punta Arenal Fango (18°32'37"N), incluyendo la localidad de Los Faisanes (ver figura 1).

Presenta playas arenosas en toda su extensión, en las cuales la energía del oleaje es alta debido a que no existe laguna arrecifal, arrecife posterior ni la protección que generalmente brinda la rompiente arrecifal.

La cresta arrecifal inicia aproximadamente a 600 m. de la costa y solo tiene desarrollada la subzona de la transición barlovento, con unos 9 m. de profundidad. Esta constituida por una laja calcárea con macizos coralinos incipientes formados de gorgonáceos.

Aunque al aumentar la distancia a la costa y la profundidad, los macizos son más altos y largos, con más colonias grandes de escleractinios. Estos macizos se extienden hasta el arrecife frontal, de manera que no existe un canal de arena evidente que separe las subzonas del frontal.

Sin embargo, se identificó que el arrecife frontal interior inicia aproximadamente a 12 m. de profundidad y presenta abundancia de gorgonáceos y escleractinios; mientras que el frontal exterior inicia a 15 m. de profundidad, con macizos

y canales más grandes conforme aumenta la profundidad, hasta llegar a 21 m. en donde la pendiente es de 45° y se extiende hasta 70 m. de profundidad, observándose aquí el borde de la plataforma continental.

## REGIÓN XXI

Es la región de menor extensión en el área, comprende desde Punta Arenal Fango (18°32'37"N) hasta casi 1 Km. al sur de Punta San Isidro (18°31'N), incluyendo Punta Herradura (ver figura 1). La línea de costa presenta playas rocosas en Punta San Isidro y Punta Herradura, extendiéndose varios metros mar adentro, con una profundidad que va aumentando lentamente, lo que provoca que las olas vayan perdiendo energía al aproximarse a la costa. En Punta Arenal Fango se presenta playa arenosa, que soporta una gran energía de oleaje cuando las condiciones climáticas no son favorables.

La laguna arrecifal no existe.

La cresta arrecifal se desarrolla a 200 m. o 300 m. de la costa. El límite sur (Punta San Isidro) no presenta desarrollo arrecifal mas allá de los 15 m. de profundidad. La transición barlovento tiene una cobertura coralina significativamente menor que en las zonas profundas, sin embargo la diversidad es la más alta de la región, siendo evidente la existencia de colonias pequeñas de numerosas especies. Se encuentra separada del arrecife frontal por un canal de arena.

El arrecife frontal interior se presenta a los 15 m. de profundidad con macizos y canales bien formados, con dominancia de *Acropora cervicornis* y pocos gorgonáceos. Tiene un segundo canal de arena que lo separa del frontal exterior, a unos 700 m. de la costa.

Los macizos tienen una altura de 5 a 7 m. y alta cobertura coralina. Al finalizar esta zona, a los 35 m. de profundidad, se encuentra una arenal con pendiente de 20 a 25 grados, con algunos parches pequeños de gorgonáceos y esponjas masivas y tubulares.

## REGIÓN XXII

**E**sta región comprende desde la Ensenada Xahuachol (18°31'N) hasta la parte sur frente a Laguna Huache (18°26'16"N), incluyendo el rea arrecifal frente a Playa Escondida y Tanquil (ver figura 1). La playa es arenosa en su mayor parte, aunque en ciertos puntos se encontraron pequeñas playas rocosas.

A partir de la playa existe una amplia laguna arrecifal con los pastos *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme* en una franja muy somera.

En la cresta arrecifal, el arrecife posterior es amplio, con una profundidad de 1.5 a 2 m. en promedio, con numerosos crecimientos masivos de escleractinios y algunos gorgonáceos aislados principalmente *Briareum asbestinum*. Cerca de la rompiente presenta algunos agregados grandes de *Acropora palmata*. Frente a Playa

Escondida alcanza una profundidad de hasta 5 m, los cabezos forman numerosas cuevas y resquicios, con dominancia de *Agaricia tenuifolia* y *Montastrea annularis* y una gran riqueza faunística, condición que junto con la amplia y somera laguna arrecifal ha sido aprovechada por los habitantes de la costa para construir numerosos cercos para la captura de peces. La rompiente arrecifal esta bien formada, se inicia en Ensenada Xahuachol, muy cerca de la costa, separándose paulatinamente hasta una distancia máxima de 600 m. Hacia el sur presenta pequeños "quebrados" dispersos. La transición barlovento esta constituida por una laja calcárea con canales incipientes con algunas fracturas que forman grietas y cuevas de pequeña magnitud que sirven de refugio a los peces. Dominan los gorgonáceos, en especial *Muriceopsis flavida*.

Frente a la Punta Xahuachol no existe formación arrecifal importante, el arrecife frontal interior inicia su desarrollo hacia el sur con un sistema de macizos coralinos pequeños de no más de 8 m. de largo y 4 m. de ancho, a una profundidad de 15 a 17 m. Hacia el sur los macizos son más largos y amplios, hasta una profundidad de aproximadamente 25 m. En esta subzona la diversidad al igual que la cobertura aumentan pero empiezan a decrecer hacia las zonas someras. En el frontal exterior la cobertura coralina es alta, con dominancia de *Montastrea annularis*. Ambas subzonas están separadas por bancos de arena dispersos que aparentan ser canales transversales.

#### REGIÓN XXIII

Esta región inicia al sur frente a la Laguna Huache (18°26'16"N) hasta el sur de Punta Jomná (18°22'15"N), incluyendo las áreas frente a Río Indio, Punta Petempich y Punta Xcayal (ver figura 1). La playa es en su mayor parte arenosa, aunque existen numerosas puntas rocosas, en algunas de las cuales los pobladores de la región pescan pulpo y langosta.

La laguna arrecifal en las puntas rocosas esta limitada a la cercanía de la playa, ampliándose en algunos lugares como sucede frente a Santa Rosa, en donde esta constituida por camas de *Thalassia testudinum* y *Halodule* spp que quedan expuestas durante la bajamar.

En la cresta arrecifal, tanto la rompiente como el arrecife posterior de Punta Petempich son lugares bien conservados, la claridad del agua es notable debido a que la playa es rocosa y no existe resuspensión importante de sedimento. el arrecife posterior tiene una profundidad media de 3 m., con abundantes bajos conformados principalmente por *Agaricia tenuifolia* y *Montastrea annularis* que llegan casi a la superficie.

La rompiente arrecifal se encuentra a menos de 400 m. de la costa, llegando a acercarse hasta 200 m. En algunos lugares entre Punta Petempich y Punta Xcayal; esta bien desarrollada, con alta cobertura coralina, dominan los corales *Millepora complanata* y los géneros *Porites* y *Agaricia*, tiene numerosas colonias de *Dichocoenia stokesii* particularmente frente al faro y grandes colonias de *Acropora palmata*, con multitud de cuevas y canales

coralinos en los cuales la densidad de peces es alta, aunque esta no se representa en el muestreo, siendo incluso posible observar tiburón. A partir de la transición barlovento se inicia la formación de macizos y canales incipientes sobre la laja calcárea, con dominancia de gorgonáceos, principalmente *Muriceopsis flavida*.

El arrecife frontal interior inicia a los 18 m. de profundidad promedio, sin existir una separación física evidente hacia el frontal exterior, el cual presenta grupos de cabezos coralinos principalmente de *Montastrea annularis*, separados uno de otro por un canal de arena muy amplio.

#### REGIÓN XXIV

Esta región inicia cerca de 2 Km. al norte de Punta Gavilán (18°22'15"N) hasta Xcalak (18°16'20"N), incluyendo Costa de Cocos (ver figura 1). La playa es arenosa en su totalidad.

En general, todas las zonas de la región presentan escasa abundancia en cuanto a escleractinios, gorgonáceos y peces, sin embargo la cobertura algal es alta. En ella se llevaban a cabo agregaciones masivas de mero (*Epinephelus striatus*), sin embargo la sobreexplotación ha llevado aparentemente al abatimiento de esta pesquería.

La laguna arrecifal es amplia y somera, con abundancia de los pastos *Thalassia testudinum* y *Halodule* spp, en forma de parches que afloran a la superficie durante la bajamar.

La cresta arrecifal esta bien desarrollada. La rompiente se encuentra entre 500 a 700 m. de la costa, con escasos "quebrados". El arrecife posterior tiene abundantes bajos y cabezos de *Acropora palmata* y *Agaricia tenuifolia* que dificultan la navegación. La transición barlovento tiene una laja calcárea que forma macizos incipientes en los que se encuentran cabezos pequeños de escleractinios que no representan una cobertura importante y diversas especies de gorgonáceos.

En el arrecife frontal, la subzona interior inicia a 12 m. de profundidad promedio, con macizos de 2 a 3 m. de altura. Tiene la cobertura de escleractinios más baja, pero la mayor diversidad y densidad de gorgonáceos. El frontal exterior comienza a 20 m. de profundidad con un sistema de macizos y canales largos que termina a 40 m. de profundidad, después de una pendiente que se inicia a 33 m., con dominancia de escleractinios.

En algunas áreas del arrecife frontal se presentan arenas semejantes a canales transversales que separan el frontal interior del exterior. Al norte de Costa de Cocos no se encontró desarrollo arrecifal en la parte profunda, los macizos y canales terminan a los 18 m. de profundidad, después de lo cual se encuentra un largo arenal sin cobertura biológica.

#### REGIÓN XXV

Esta región inicia frente al poblado de Xcalak (18°16'20"N) y se extiende hasta la localidad de Boca Bacalar Chico (18°10'27"N) ya dentro de Belice,

incluyendo el área frente a Santa Cecilia (ver figura 1). La playa es arenosa en su totalidad. El manglar en esta zona llega hasta la orilla del mar.

La laguna arrecifal es amplia con abundancia de pastos marinos de *Thalassia testudinum* y *Halodule* sp. dispuestos en camas muy someras que quedan expuestas durante la bajamar.

En la cresta arrecifal, el arrecife posterior presenta abundantes cabezos de *Montastrea annularis*, *Acropora palmata* y *Agaricia* que llegan hasta la superficie. La rompiente arrecifal esta aproximadamente a 1 Km de la costa, con un quebrado amplio justo frente al poblado.

Casi 1 Km al sur del muelle fiscal de Xcalak la rompiente se divide en dos secciones, una interna y otra externa que corren paralelas hacia el sur por aproximadamente 100 m. La transición barlovento presenta crecimientos masivos de *Acropora palmata*, siendo esta especie la dominante en toda la subzona.

Donde la rompiente arrecifal se bifurca se encuentra una pared con una pendiente de casi 60 grados, que cae hasta una profundidad que varía entre 24 y 40 m, y después asciende como una pared de 45 grados. Este relieve define un surco submarino entre la rompiente arrecifal y la transición barlovento, que se extiende por 12 Km desde el sur de Xcalak hasta la frontera y continua del lado beliceño por un kilómetro más dentro de la Reserva Marina Bacalar Chico.

En el lado mexicano esta estructura es conocida como la poza, mientras que en Belice la llaman el sandy valley

debido a que existe una planicie arenosa en su parte más profunda.

La poza es una estructura con características únicas en cuanto a su topografía debido a que presenta en la pared occidental un sistema de macizos coralinos y canales de arena, semejante al que se presenta en un arrecife frontal, aunque a una profundidad menor y con macizos coralinos más cortos.

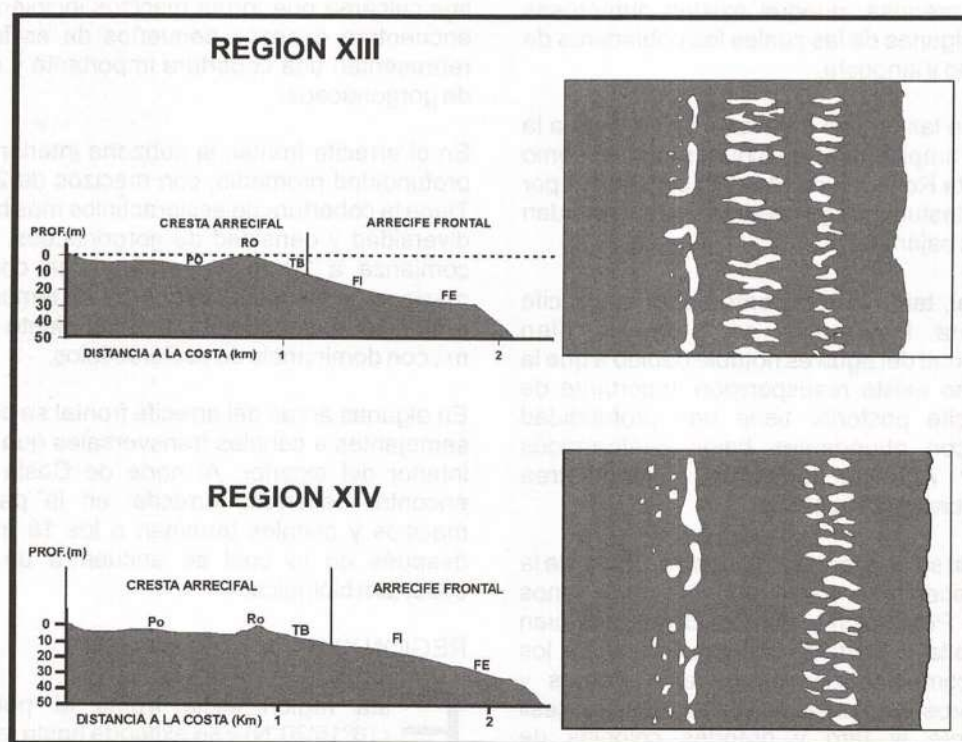
Ante la presencia de este surco submarino, la región tiene algunas modificaciones al modelo de zonación propuesto para los arrecifes de la costa de Quintana Roo.

García (1996a y 1996b) define el modelo de zonación para la Poza de Xcalak y describe las siguientes subzonas arrecifales: transición hacia la poza, con un área de macizos bajos y otra de macizos altos, pared interna, arenal y pared externa (Figura 4).

La transición hacia la poza presenta inicia con un sistema de macizos y canales poco desarrollados que aparecieron entre 5 y 6 m de profundidad, donde domina el coral ramificado *Acropora palmata*, con numerosas colonias muertas y cubiertas en su mayor parte por algas coralinas costrosas de la especie *Porolithon pachidermum*.

La comunidad biológica dominante la constituyen los corales gorgonáceos.

Después de un canal de arena transversal, los aumentan en altura, cubriéndose a su vez de corales escleractinios, a una profundidad entre 9 y 12 m, para constituir la subzona de macizos bajos. Posteriormente se presenta un canal de



Esquema arrecifal de las regiones XIII y XIV. Lado derecho vista de perfil y lado izquierdo vista superior.

arena poco evidente que separa dicha subzona de otra formada por macizos altos. Estos macizos están muy juntos, por lo que aparentan una sola estructura con gran cobertura de corales escleractinios, sin embargo los canales de arena se hacen evidentes casi al final del surco.

En donde los macizos tienen una altura de 8 m en promedio y terminan en una pared casi vertical que llega entre 27 y 40 m de profundidad se desarrolla la pared interna de la poza, que tiene una gran cobertura coralina entre los 20 y 30 m. de profundidad, ya que después de esta profundidad se presentan escasas colonias muertas en forma de repisa de *Montastrea annularis* y del género *Agaricia* y el desarrollo biológico es menor que en las áreas más someras.

La pared termina en un arenal plano, sin ninguna cobertura coralina.

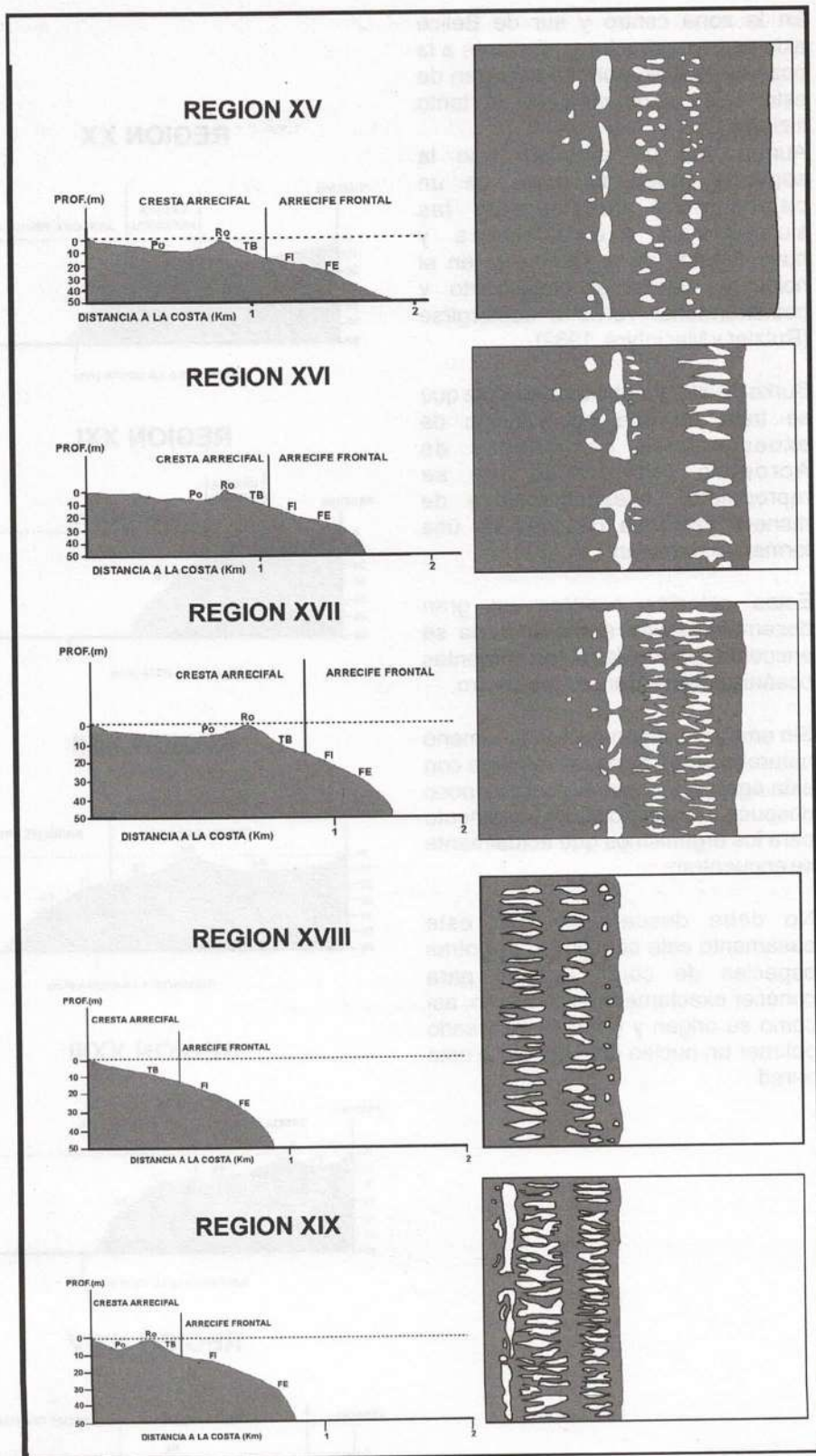
Aunque al norte de la poza existe una estructura calcárea de forma cónica invertida con la parte superior redondeada, con una altura de 10 m y un diámetro de 6 m en la base y 9 m en la parte superior, por lo que los lugareños la llaman "la copa del mundo".

La mayor parte de esta formación es coral muerto, aunque en la parte superior se pueden apreciar algunas colonias de *Montastrea annularis* y *Agaricia* spp, con algunos corales gorgonáceos de los géneros *Eunicea* y *Pseudoptero-gorgia*.

Al terminar el arenal inicia una nueva pendiente en dirección ascendente de 45 grados, la cual constituye la pared externa, que sube hasta 10 m de profundidad en promedio y luego cae al otro lado.

En esta pared se observó gran cantidad de pedacería de coral y nuevamente corales creciendo en forma de repisa, la mayoría muertos, pero conforme se asciende aumenta la cobertura de coral vivo, presentándose algunas colonias de coral del género *Porites* sp.

Cuando dicha pared cae al otro lado, la formación arrecifal es la típica, es decir que existe una transición al barlovento y un arrecife frontal como en el resto de las regiones.



Esquema arrecifal de las regiones XV, XVI, XVII, XVIII, XIX. Lado derecho vista de perfil y lado izquierdo vista superior.

En la zona centro y sur de Belice existen tres estructuras similares a la poza de Xcalak, aunque el origen de este surco submarino es un tanto incierto.

Aunque se ha afirmado que la segunda pared se trata de un paleoarrecife que durante las sucesivas elevaciones y hundimientos de la Península en el holoceno quedó al descubierto y posteriormente volvió a sumergirse (Rutzler y Macintyre, 1982).

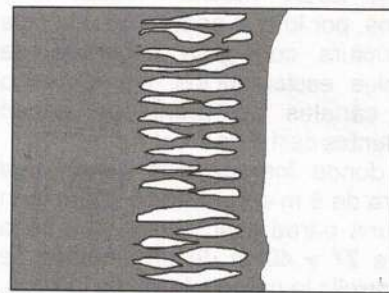
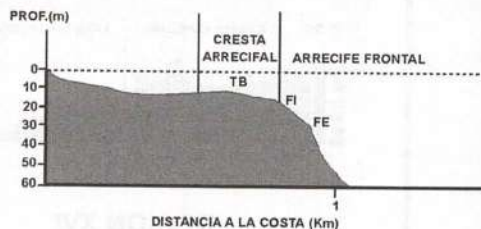
Burke (1982) por otro lado sugiere que se trata de una acumulación de exoesqueletos cementados de *Acropora cervicornis* que se reprodujeron asexualmente y de manera explosiva después de una tormenta o huracán.

Estas colonias tuvieron un gran desarrollo debido a que la zona se encuentra protegida de las corrientes oceánicas por el Banco Chinchorro.

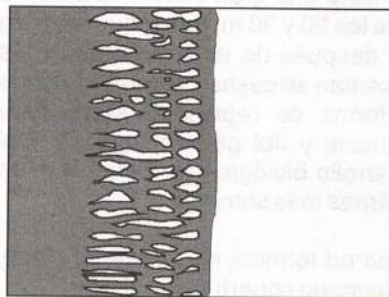
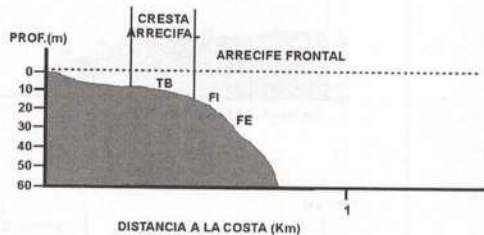
Sin embargo, algún tipo de fenómeno natural acabó intempestivamente con esta agregación, cementándose poco después y sirviendo como basamento para los organismos que actualmente se encuentran.

No debe descartarse que este basamento este constituido por otras especies de coral, aunque para conocer exactamente este hecho, así como su origen y edad es necesario obtener un núcleo del interior de esta pared.

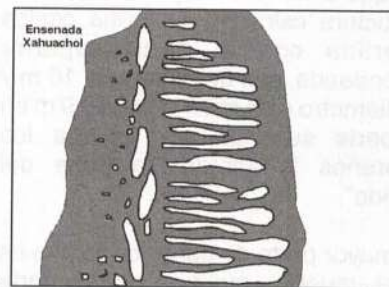
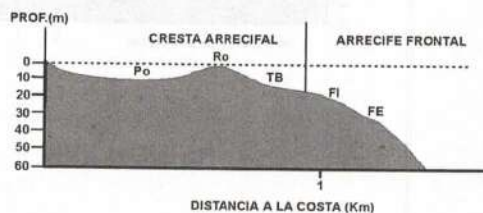
### REGION XX



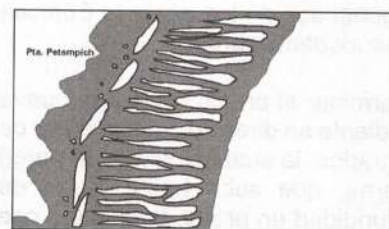
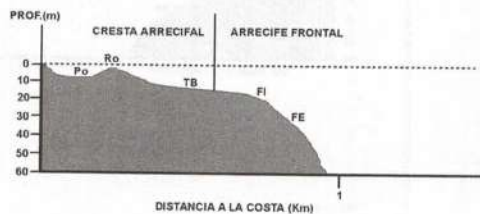
### REGION XXI



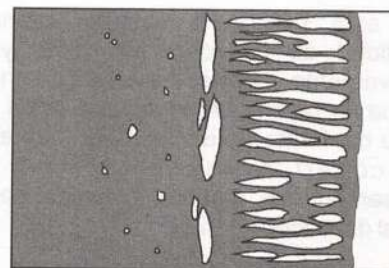
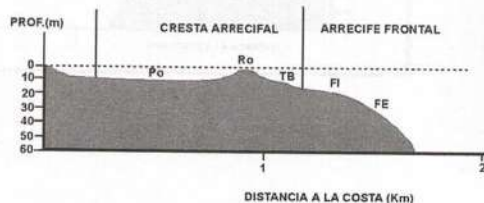
### REGION XXII



### REGION XXIII



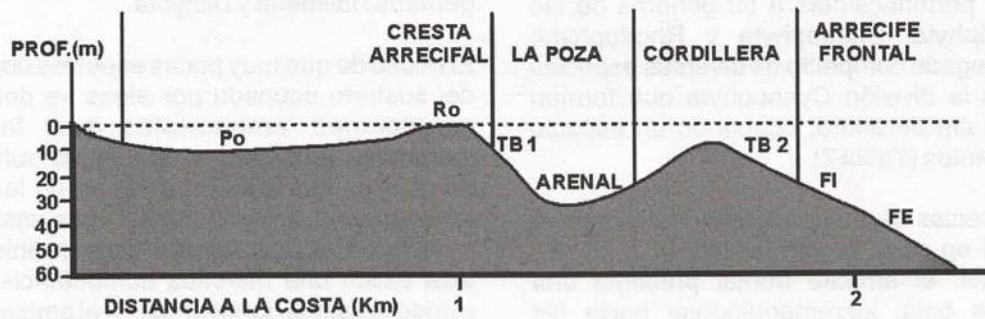
### REGION XXIV



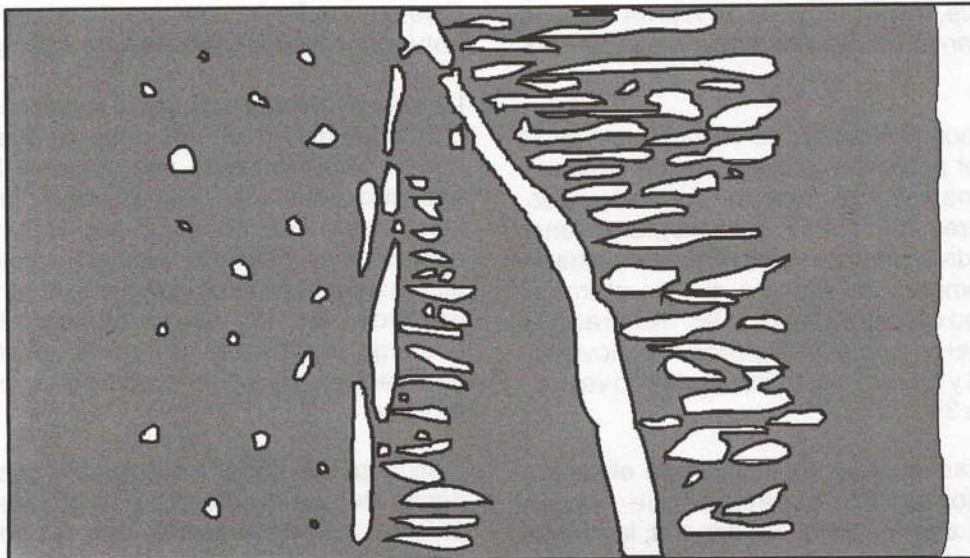
Esquema arrecifal de las regiones XX, XXI, XXII, XXIII y XXIV. Lado derecho vista de perfil y lado izquierdo vista superior

# LOCALIZACION Y PERFIL ARRECIFAL DE LA POZA DE XCALAK. propuesto por García (1996).

## Vista Lateral



## Vista Superior



# Descripción de los grupos biológicos

## MACROALGAS

En los arrecifes del sur de Quintana Roo se registraron 99 especies de macroalgas bentónicas pertenecientes a 50 géneros de las divisiones Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta; además de un agregado compacto de diversas especies de microalgas de la división Cyanophyta que forman masas de 5 a 10 cm de altura, ocupando un espacio importante en el bentos (Tabla 2).

El número de especies de macroalgas que se registró por zona arrecifal en cada región fue de 11 a 43. En términos generales, el arrecife frontal presenta una riqueza específica baja, incrementándose hacia las zonas someras, exceptuando la rompiente (Tabla 3).

La región con mayor número de especies de algas fue la XXIV con 72, y el número más bajo se encontró en la región XXI con 23 especies (Tabla 2).

La cobertura algal es elevada en todas las zonas y regiones del arrecife, siendo mayor al 30% en la mayoría de las zonas, llegando en algunos sitios a casi el 60% (Tabla 3).

La zona con menor diversidad de macroalgas es el frontal exterior, por presentar una riqueza de especies baja y la dominancia de una o dos especies, estimándose valores del índice de Shannon-Wiener entre 1.8 y 2.6. La diversidad se va incrementando hacia las zonas más someras; de manera que en el frontal interior la diversidad calculada fue de 2.98, mientras que en los sitios someros como la transición barlovento, rompiente arrecifal y arrecife posterior resultaron valores mayores a 3 (Tabla 3).

Para el grupo de las macroalgas marinas se observan ciertas asociaciones de especies que varían dependiendo de la zona arrecifal. En general, las zonas profundas como el frontal interior y exterior están dominadas por algas café de las especies *Lobophora variegata*, *Sargassum hystrix* y *Dictyota bartayresii*, capaces de utilizar longitudes de onda lumínica corta. En la zona de transición *Halimeda tuna* es la especie dominante. En la rompiente arrecifal, que es la zona más somera, el tipo de especie más abundante varía

dependiendo de que tan desarrollada se encuentra la zona. En los "bajos" se estimaron coberturas altas de los géneros *Halimeda* y *Dictyota*.

El hecho de que muy pocas especies dominen la mayoría del sustrato ocupado por algas se debe a que ciertas condiciones ambientales son favorables para determinadas especies. Las algas son los organismos bentónicos que más éxito tienen en la colonización del fondo marino, teniendo coberturas casi siempre mucho mayores a las de corales escleractinios. Entre ambos taxa existe una marcada competencia por el sustrato, siendo las algas dominantes en el ambiente bentónico.

En el desarrollo de un arrecife coralino se ha hipotetizado la existencia de ciclos sucesionales en los cuales la cobertura algal aumenta mientras que la de corales escleractinios disminuye y después de cierto lapso y debido a cambios en las características medioambientales se presenta el fenómeno inverso. Este tipo de fenómenos pueden deberse a condiciones naturales o bien, a causas antropogénicas.

La baja diversidad y riqueza específica en las zonas más profundas del arrecife se deben a que la luz empieza a ser un factor limitante que favorece la dominancia de especies adaptadas a tales condiciones. En los sitios someros la luz no es factor limitante y la riqueza específica es mayor; aunado al hecho de que el sustrato tiende a ser más heterogéneo, de modo que se permite el desarrollo de un mayor número de especies. Sin embargo, la cobertura no muestra un patrón definido y no se relaciona ni con la profundidad, ni con la subzona arrecifal.

Esto se puede deber a que la heterogeneidad ambiental dentro de una misma zona es grande, además de que existen otros factores que también influyen la composición específica algal, como la presencia de herbívoros, la sedimentación y la energía del oleaje.

| DIVISION          | FAMILIA        | GENERO                | ESPECIE                | REGIONES           |     |    |     |      |       |     |    |     |      |       |      |     |   |   |
|-------------------|----------------|-----------------------|------------------------|--------------------|-----|----|-----|------|-------|-----|----|-----|------|-------|------|-----|---|---|
|                   |                |                       |                        | XIII               | XIV | XV | XVI | XVII | XVIII | XIX | XX | XXI | XXII | XXIII | XXIV | XXV |   |   |
| CHLOROPHYTA       | Ulveaceae      | <i>Ulva</i>           | <i>lactuca</i>         | R                  |     |    | R   |      |       |     |    | E   |      | R     | R    |     |   |   |
|                   |                |                       | <i>fasciata</i>        |                    |     |    |     |      |       |     |    |     |      |       | R    |     |   |   |
|                   |                | <i>Enteromorpha</i>   | <i>flexuosa</i>        |                    |     | E  | R   | E    |       |     |    |     |      |       |      |     |   |   |
|                   | Polyphysaceae  | <i>Acetabularia</i>   | <i>crenulata</i>       | R                  |     |    |     | R    |       |     |    |     |      |       |      |     |   |   |
|                   | Bryopsidaceae  | <i>Bryopsis</i>       | <i>pennata</i>         |                    |     |    |     |      |       |     |    |     |      |       |      | R   |   |   |
|                   |                | <i>Derbesia</i>       | sp.                    | C                  | E   | E  | E   | A    | E     |     |    |     |      |       |      |     |   |   |
|                   | Cladophoraceae | <i>Chaetomorpha</i>   | <i>crassa</i>          | R                  |     |    |     |      |       |     |    |     |      |       |      | E   | R |   |
|                   |                |                       | <i>linum</i>           |                    |     |    |     |      |       |     |    |     |      |       | R    | R   |   |   |
|                   |                |                       | sp.                    |                    |     |    |     |      |       |     |    |     |      |       |      | R   |   |   |
|                   |                | <i>Cladophoropsis</i> | <i>macromeres</i>      |                    |     |    |     |      |       |     |    |     |      |       | R    |     |   |   |
|                   |                | <i>Cladophora</i>     | sp.                    |                    | R   |    |     |      |       |     |    | R   | E    |       | R    | R   | E |   |
|                   | Caulerpaceae   | <i>Caulerpa</i>       | <i>cupressoides</i>    | R                  | R   | R  | R   | E    |       |     |    |     |      | R     | R    | R   |   |   |
|                   |                |                       | <i>racemosa</i>        | R                  | R   |    | R   |      |       |     | R  |     |      |       | R    | R   | R |   |
|                   |                |                       | <i>verticillata</i>    | E                  | E   | E  | E   | E    |       |     | R  |     |      |       | R    | R   | R |   |
|                   |                |                       | <i>lanuginosa</i>      |                    |     |    |     |      |       |     |    |     |      |       |      |     |   | R |
|                   |                |                       | <i>prolifera</i>       |                    | R   | R  |     |      |       |     |    |     |      |       |      |     |   |   |
|                   |                |                       | <i>serturalioides</i>  |                    |     |    |     |      |       |     |    |     |      |       |      |     |   |   |
|                   | Dasycladaceae  | <i>Dasycladus</i>     | <i>vermicularis</i>    | R                  |     | R  | R   |      |       | E   |    |     |      |       |      |     |   |   |
|                   |                | <i>Neomeris</i>       | <i>annulata</i>        | E                  | R   | E  | E   | R    | E     |     |    |     |      |       | R    | R   |   |   |
|                   | Valoniaceae    | <i>Ermodesmis</i>     | <i>subverticillata</i> |                    |     |    |     |      |       |     |    |     |      |       | R    | R   |   |   |
|                   |                | <i>Valonia</i>        | <i>macrophysa</i>      | R                  | R   |    |     | R    | R     |     |    |     |      |       |      | R   | R |   |
|                   |                |                       | <i>utricularis</i>     |                    |     |    |     |      |       |     |    |     |      | R     | R    | R   |   |   |
|                   |                | <i>Ventricaria</i>    | <i>ventricosa</i>      | R                  | E   | R  | R   | R    |       |     | R  |     |      | R     | R    |     |   |   |
|                   |                | <i>Dictyosphaeria</i> | <i>cavernosa</i>       | E                  | R   | R  | R   | E    | R     | R   |    |     |      | R     | E    | R   | R |   |
|                   |                |                       | <i>ocellata</i>        | E                  | E   |    | R   | R    | R     |     |    |     |      |       |      | R   |   |   |
|                   |                | <i>Codium</i>         | <i>intertextum</i>     | R                  |     |    |     |      |       |     |    |     |      |       |      |     |   |   |
|                   |                |                       | <i>repens</i>          | R                  | E   |    |     |      | E     |     | R  |     |      | R     |      | R   | R |   |
|                   | Halimedaceae   | <i>Rhipilia</i>       | <i>tomentosa</i>       |                    |     |    |     |      | E     |     | R  | R   |      |       |      | R   | R |   |
|                   |                | <i>Avrainvillea</i>   | <i>asarifolia</i>      | R                  | E   | R  | E   | E    | R     |     |    |     |      |       | R    |     | R |   |
|                   |                |                       | <i>longicaulis</i>     | E                  | E   | R  |     |      |       | R   | R  |     |      | E     | R    | R   | R |   |
|                   |                |                       | <i>nigricans</i>       | R                  | R   |    |     |      |       |     |    |     |      |       |      | R   |   |   |
|                   |                |                       | <i>rawsonii</i>        |                    |     |    |     |      | E     |     |    |     |      |       |      |     | R |   |
|                   |                |                       | <i>Cladocephalus</i>   | <i>luteofuscus</i> |     |    |     |      |       |     |    | R   |      |       |      |     | R | R |
|                   |                | <i>Udotea</i>         | <i>cyathiformis</i>    | R                  | R   | R  | R   | R    | E     |     |    |     |      |       |      |     | R | R |
|                   |                |                       | <i>flabellum</i>       | E                  | R   | R  |     |      | E     | E   | R  | R   | R    | R     | R    |     |   | E |
|                   |                |                       | <i>occidentalis</i>    |                    | R   |    |     |      |       |     |    |     |      |       | R    | R   | R |   |
|                   |                |                       | <i>wilsonii</i>        |                    |     |    |     |      |       |     |    |     |      |       |      |     | R |   |
|                   |                | <i>Riphocephalus</i>  | <i>phoenix</i>         | R                  | E   | E  | E   | E    | E     | E   | E  | R   |      |       | R    | R   | R | E |
|                   |                | <i>Penicillus</i>     | <i>capitatus</i>       | E                  | R   |    |     | R    | R     | R   |    |     |      |       |      |     | R | R |
|                   |                |                       | <i>dumetosus</i>       | R                  | R   | R  | R   | E    |       |     |    |     |      |       |      | R   | R |   |
|                   |                |                       | <i>pyriformis</i>      | R                  |     |    |     |      |       |     |    |     |      | R     |      |     | R |   |
|                   |                | <i>Halimeda</i>       | <i>goreau</i>          |                    |     |    |     |      |       |     |    | E   | E    | E     |      |     |   |   |
| <i>copiosa</i>    |                |                       | E                      | E                  | E   | R  |     |      | E     | E   | E  | E   | E    | E     | R    | C   |   |   |
| <i>discoidea</i>  |                |                       | E                      | E                  | E   | E  | E   | E    | E     | E   | E  | R   | E    | E     | E    | C   |   |   |
| <i>goreau</i>     |                |                       | E                      | E                  | E   | C  | E   | C    | E     | C   | R  | C   | C    | C     | E    | C   |   |   |
| <i>incrassata</i> |                |                       | E                      | C                  | R   | R  | E   | C    | C     | E   | E  | C   | R    | E     | E    |     |   |   |
| <i>lacrimosa</i>  |                |                       | E                      | R                  |     |    |     |      | E     |     |    | E   |      |       | R    | R   |   |   |
| <i>monile</i>     | R              |                       | R                      | R                  | R   | E  |     |      |       |     |    | R   | R    | R     | R    |     |   |   |

Tabla 2. RIQUEZA DE ESPECIES Y ABUNDANCIA DE MACROALGAS.



| DIVISION/                         |                        |                        | REGIONES |      |      |      |      |       |       |    |       |       |       |       |       |   |
|-----------------------------------|------------------------|------------------------|----------|------|------|------|------|-------|-------|----|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| Familia                           | GENERO                 | ESPECIE                | XIII     | XIV  | XV   | XVI  | XVII | XVIII | XIX   | XX | XXI   | XXII  | XXIII | XXIV  | XXV   |   |
| <b>PHAEOPHYTA</b>                 |                        |                        |          |      |      |      |      |       |       |    |       |       |       |       |       |   |
| Dictyotaceae                      | Dictyota               | <i>bartayresii</i>     | R        | E    | E    | R    | E    | R     | A     | A  | E     | C     | C     | E     | R     |   |
|                                   |                        | <i>cervicornis</i>     | E        | R    | R    | E    | R    | E     |       |    |       | R     | C     | E     | E     |   |
|                                   |                        | <i>ciliolata</i>       |          |      |      |      |      |       |       |    |       |       |       |       | R     |   |
|                                   |                        | <i>divaricata</i>      | C        | C    | A    | A    | C    | A     | A     | A  | E     | E     | R     | E     | E     |   |
|                                   |                        | <i>linearis</i>        |          |      |      |      |      |       |       |    |       |       | C     | C     | C     |   |
|                                   |                        | sp.                    |          |      |      |      |      |       |       |    | E     | C     | C     | E     | R     |   |
| Scytosiphonaceae                  | <i>Rosenvingea</i>     | <i>sanctae-crucis</i>  |          |      |      |      |      |       |       |    |       |       |       | R     | R     |   |
|                                   | <i>Dictyopteris</i>    | <i>deliculata</i>      |          | R    |      | E    |      | R     | R     |    |       |       | E     | R     | E     |   |
|                                   |                        | <i>jamaicensis</i>     |          |      |      |      |      |       | R     |    | R     |       |       | R     | E     |   |
|                                   |                        | <i>justii</i>          |          |      |      |      |      |       |       |    |       |       |       | R     |       |   |
|                                   | <i>Styopodium</i>      | <i>zonale</i>          | E        | E    | E    | E    | E    | E     | E     | R  |       | E     | E     | E     | E     |   |
|                                   | <i>Padina</i>          | <i>boergesenii</i>     |          |      |      |      |      |       |       |    | R     |       |       |       |       |   |
|                                   |                        | <i>padina</i>          | C        | E    | E    | E    | E    | E     |       |    |       |       | R     | E     | R     | R |
| <i>Lobophora</i>                  | <i>variegata</i>       | A                      | E        | A    | A    | C    | C    | C     | A     | D  | C     | C     | A     | C     |       |   |
| Sargassaceae                      | <i>Sargassum</i>       | <i>fluitans</i>        | R        | E    | E    |      | E    |       |       |    |       |       |       |       | R     |   |
|                                   |                        | <i>histris</i>         | C        | C    | C    | C    | E    | E     | E     | E  | E     | E     | E     | A     | C     |   |
|                                   |                        | <i>natans</i>          | R        |      |      |      | R    | R     | R     |    |       |       |       |       |       |   |
|                                   |                        | <i>platycarpum</i>     |          | E    |      |      |      | R     |       |    |       |       |       |       | R     |   |
|                                   |                        | <i>polyceratium</i>    | C        | E    | E    | E    |      | E     |       |    |       |       | R     | R     | E     | C |
| Cystoseiraceae                    | <i>Turbinaria</i>      | <i>tricostata</i>      |          |      |      |      |      |       |       |    |       |       | R     | R     |       |   |
|                                   |                        | <i>turbinata</i>       | E        | E    | E    | R    | R    | R     |       |    |       |       | R     | R     | E     | C |
| <b>RHODOPHYTA</b>                 |                        |                        |          |      |      |      |      |       |       |    |       |       |       |       |       |   |
| Grateloupiaceae                   | <i>Halymenia</i>       | <i>floresia</i>        |          |      |      |      |      | R     |       |    |       |       | R     | R     |       |   |
| Ceramiaceae                       | <i>Ceramium</i>        | <i>nitens</i>          |          |      |      |      |      |       | R     | R  | E     | R     | E     | E     |       |   |
|                                   |                        | <i>Wrangelia</i>       | R        |      | R    |      | R    | R     | E     | C  | C     | E     | E     | E     | E     |   |
|                                   |                        | sp.                    |          |      |      |      |      |       |       |    |       | E     |       |       |       |   |
| Bonnemaisoniaceae                 | <i>Asparagopsis</i>    | <i>taxiformis</i>      |          |      | R    | R    |      |       |       |    |       |       |       |       |       |   |
| Helminthocladiaceae               | <i>Liagora</i>         | <i>mucosa</i>          | R        |      | R    |      |      |       |       |    |       |       |       |       |       |   |
|                                   |                        | <i>pinnata</i>         |          |      |      |      |      |       |       |    |       |       |       | R     | R     |   |
| Champiaceae                       | <i>Coelothrix</i>      | <i>irregularis</i>     |          | R    |      |      |      | R     | R     | E  |       |       | R     | R     |       |   |
| Rhizophyllidaceae                 | <i>Ochtodes</i>        | <i>secundiramea</i>    |          |      |      |      |      |       | R     |    |       |       | R     |       | R     |   |
| Rhodomelaceae                     | <i>Laurencia</i>       | <i>intricata</i>       |          |      |      |      |      |       |       |    |       |       |       | R     |       |   |
|                                   |                        | <i>obtusa</i>          |          | R    |      |      | R    |       |       |    |       |       |       |       | R     |   |
|                                   |                        | <i>papillosa</i>       | R        | R    |      |      | R    |       |       |    |       |       |       | R     |       |   |
|                                   |                        | <i>poitei</i>          | R        | R    | E    | R    | R    | E     |       |    |       |       | E     | E     | R     |   |
|                                   | <i>Acanthophora</i>    | <i>spicifera</i>       |          | R    |      |      |      |       |       |    |       |       |       |       | R     |   |
| Gracilariaceae                    | <i>Gracilaria</i>      | <i>cervicornis</i>     |          |      |      |      |      |       |       |    |       |       |       |       | E     |   |
|                                   |                        | sp.                    |          |      |      |      |      |       |       |    |       | R     |       |       |       |   |
| Chaetangiaceae                    | <i>Galaxaura</i>       | <i>oblongata</i>       | E        | E    | E    | E    | E    |       | E     |    |       | E     | E     | E     |       |   |
|                                   |                        | <i>subverticillata</i> |          |      |      |      |      |       | R     | R  |       | R     |       | R     | R     |   |
| Corallinaceae                     | <i>Jania</i>           | <i>adherens</i>        | R        | R    |      |      |      |       | C     | E  | E     | E     | E     | E     | R     |   |
|                                   |                        | <i>Amphiroa</i>        |          |      |      |      |      |       | E     | R  | E     | E     | R     | R     |       |   |
|                                   |                        | <i>brasiliana</i>      |          |      |      |      |      |       |       |    |       |       |       |       |       |   |
|                                   |                        | <i>fragilissima</i>    | E        | E    | E    | E    | E    |       | E     |    |       | E     | E     | E     | E     |   |
|                                   |                        | <i>rigida</i>          | E        | E    | E    | E    | E    | E     | R     | R  | E     | E     | R     | R     | E     |   |
|                                   |                        | <i>tribulus</i>        |          |      |      |      |      |       | R     | E  | E     | E     | R     | R     | E     | R |
|                                   | <i>Neogoniolithon</i>  | <i>spectabile</i>      |          | E    |      |      | E    |       |       |    |       |       |       |       |       |   |
|                                   | <i>Lithophyllum</i>    | sp.                    |          |      |      |      |      |       |       |    |       |       |       | R     |       |   |
| <i>Peyssonnelia</i>               | sp.                    |                        |          |      |      |      |      |       |       |    |       |       | R     |       |       |   |
| <i>Porolithon</i>                 | <i>pachydermum</i>     |                        |          |      |      |      |      |       |       |    |       | R     | R     |       |       |   |
| <i>Hydrolithon</i>                | <i>boergesenii</i>     |                        |          |      |      | R    |      |       |       |    |       |       |       |       |       |   |
| <b>CYANOPHYTA</b>                 |                        |                        |          |      |      |      |      |       |       |    |       |       |       |       |       |   |
|                                   | asociación de especies |                        |          |      |      |      |      |       |       |    | E     | R     | R     | E     |       |   |
| TOTAL DE ESPECIES POR REGION      |                        |                        | 19       | 22   | 17   | 15   | 19   | 18    | 19    | 15 | 13    | 23    | 27    | 36    | 26    |   |
| TOTAL DE COBERTURA POR REGION (%) |                        |                        | 45.4     | 35.2 | 42.5 | 37.1 | 54.1 | 28.8  | 40.37 | 44 | 28.36 | 34.35 | 33.04 | 43.71 | 42.05 |   |

Tabla 2. Continúa. RIQUEZA DE ESPECIES Y ABUNDANCIA DE MACROALGAS.

Tabla 2. RIQUEZA DE ESPECIES Y ABUNDANCIA DE MACROALGAS. Se presenta una lista de las especies de macroalgas registradas en los arrecifes del sur de Quintana Roo, así como una estimación de su abundancia por región con base en la cobertura. Las letras indican los siguientes porcentajes de cobertura: R=Rara < 1%, E=Escasa 1-5%, C=Común >5-10%, A=Abundante >10-20% y D=Dominante >20%.

| REGIONES | ZONA ARRECIFAL        | No. ESPECIES | COBERTURA (%) | DIVERSIDAD (H') |
|----------|-----------------------|--------------|---------------|-----------------|
| XIII     | Arrecife Posterior    | 26           | 31.8          | 2.938           |
|          | Rompiente Arrecifal   | 31           | 45.2          | 2.838           |
|          | Transición Barlovento | 33           | 52            | 2.831           |
|          | Frontal Interior      | 31           | 46.3          | 2.917           |
|          | Frontal Exterior      | 22           | 48.5          | 2.374           |
| XIV      | Arrecife Posterior    | 32           | 48            | 2.976           |
|          | Rompiente Arrecifal   | 27           | 43.3          | 2.346           |
|          | Transición Barlovento | 26           | 37            | 2.455           |
|          | Frontal Interior      | 21           | 34.2          | 2.639           |
|          | Frontal Exterior      | 19           | 21.9          | 2.639           |
| XV       | Arrecife Posterior    | 26           | 47.6          | 2.82            |
|          | Rompiente Arrecifal   | 19           | 44.4          | 2.626           |
|          | Transición Barlovento | 27           | 43.1          | 2.898           |
|          | Frontal Interior      | 19           | 38.2          | 2.482           |
|          | Frontal Exterior      | 20           | 39.3          | 2.479           |
| XVI      | Arrecife Posterior    | 21           | 46            | 2.448           |
|          | Rompiente Arrecifal   | 21           | 37            | 2.517           |
|          | Transición Barlovento | 26           | 28.9          | 2.8             |
|          | Frontal Interior      | 22           | 43.1          | 2.388           |
|          | Frontal Exterior      | 14           | 32.4          | 1.825           |
| XVII     | Arrecife Posterior    | 30           | 50.8          | 3.0644          |
|          | Rompiente Arrecifal   | 23           | 59.7          | 2.942           |
|          | Transición Barlovento | 22           | 52.4          | 2.755           |
|          | Frontal Interior      | 20           | 64.7          | 2.448           |
|          | Frontal Exterior      | 14           | 47.1          | 2.135           |
| XVIII    | Transición Barlovento | 26           | 27            | 2.956           |
|          | Frontal Interior      | 27           | 37.5          | 2.593           |
|          | Frontal Exterior      | 11           | 19.6          | 2.025           |
| XIX      | Arrecife Posterior    | 21           | 34.54         | 2.536           |
|          | Rompiente Arrecifal   | 19           | 36.53         | 2.333           |
|          | Transición Barlovento | 23           | 41.79         | 2.315           |
|          | Frontal Interior      | 21           | 43.61         | 2.253           |
|          | Frontal Exterior      | 22           | 44.58         | 2.299           |
| XX       | Transición Barlovento | 20           | 38.37         | 2.173           |
|          | Frontal Interior      | 22           | 45.12         | 2.59            |
|          | Frontal Exterior      | 19           | 48.5          | 2.154           |
| XXI      | Transición Barlovento | 13           | 21.58         | 2.064           |
|          | Frontal Interior      | 14           | 29.16         | 2.062           |
|          | Frontal Exterior      | 14           | 36.33         | 1.831           |
| XXII     | Arrecife Posterior    | 22           | 28.19         | 2.454           |
|          | Rompiente Arrecifal   | 22           | 36.9          | 2.602           |
|          | Transición Barlovento | 21           | 33            | 2.592           |
|          | Frontal Interior      | 20           | 39.18         | 2.356           |
|          | Frontal Exterior      | 11           | 33.97         | 1.915           |
| XXIII    | Arrecife Posterior    | 36           | 41.16         | 2.934           |
|          | Rompiente Arrecifal   | 23           | 31.47         | 2.657           |
|          | Transición Barlovento | 29           | 25.54         | 2.661           |
|          | Frontal Interior      | 23           | 34.83         | 2.483           |
|          | Frontal Exterior      | 22           | 32.19         | 2.036           |
| XXIV     | Arrecife Posterior    | 43           | 35.12         | 3.134           |
|          | Rompiente Arrecifal   | 33           | 52.75         | 2.718           |
|          | Transición Barlovento | 36           | 44.11         | 2.803           |
|          | Frontal Interior      | 22           | 46.46         | 2.285           |
|          | Frontal Exterior      | 16           | 39.6          | 1.724           |
| XXV      | Arrecife Posterior    | 27           | 35.57         | 2.914           |
|          | Rompiente Arrecifal   | 27           | 36.79         | 2.683           |
|          | Transición Barlovento | 25           | 43            | 2.458           |
|          | Frontal Interior      | 25           | 39.29         | 2.718           |
|          | Frontal Exterior      | 21           | 57.18         | 2.098           |

Tabla 3. **PARAMETROS DE LA COMUNIDAD DE MACROALGAS.** Se presentan los valores estimados de número de especies, porcentaje de cobertura y diversidad (Shannon-Wiener) de macroalgas por zona y región en los arrecifes del sur de Quintana Roo.

## Corales Escleractinios

En las regiones descritas se identificaron un total de 48 especies de corales escleractinios hermatípicos pertenecientes a 23 géneros y 10 familias, más 2 especies de hidrocorales pertenecientes a la Clase Hydrozoa (Tabla 4). Este estudio reporta por primera vez en el área el género *Oculina*, quedando por confirmar la especie en estudios posteriores.

La riqueza de especies por zona en cada región tuvo valores entre 6 y 34 especies (Tabla 5); en general el número de especies es menor en las zonas someras como el arrecife posterior y la rompiente, y resulta mayor hacia zonas más profundas como la transición al barlovento y el frontal interior, aunque vuelve a disminuir hacia el frontal exterior que es la zona más profunda.

La región XIII tuvo el menor número de especies con 30, mientras que la región XXIV tuvo 40 especies (Tabla 4).

La cobertura de coral vivo por zona es de 5.75% a 47.31% (Tabla 5). En términos generales la cobertura resulta mayor en subzonas del arrecife frontal de las regiones XVI, XIX y XXI, en tanto que los valores mínimos se registraron en las subzonas de la cresta arrecifal, aunque la región XXIII tiene valores altos en ambas subzonas debido a grandes agregados del coral ramificado *Acropora palmata*.

Las regiones con mayor cobertura fueron la XIX, XXI y XXII (Tabla 4).

La diversidad (H') tuvo la misma tendencia que presenta la riqueza específica, con valores más altos en el arrecife frontal y los más bajos en la cresta arrecifal (Tabla 5).

Los resultados indican que la diversidad de corales escleractinios es significativamente diferente entre las zonas profundas con pendiente y las someras planas, específicamente entre el frontal interior, transición barlovento y frontal exterior, con respecto al arrecife posterior y rompiente arrecifal.

El frontal exterior normalmente está dominado por *Montastrea annularis* a profundidades de 24 m o más. Esta especie forma grandes crecimientos que ocupan un amplio espacio físico y por tanto registran una alta cobertura con respecto a otras especies. Este hecho provoca que las estimaciones de diversidad sean bajas en relación a otras zonas profundas.

Por el contrario, en la transición al barlovento y frontal interior, que están a menor profundidad, no existe una especie dominante, sino que el espacio se encuentra ocupado por varias especies que en conjunto tienen cierto valor de cobertura sobre el sustrato, haciendo que el índice de diversidad resulte alto.

| CLASE ANTHOZOA                    |                       |                         | REGIONES         |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       |      |      |   |
|-----------------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|---|
| FAMILIA                           | GENERO                | ESPECIE                 | XIII             | XIV  | XV   | XVI  | XVII | XVIII | XIX  | XX   | XXI  | XXII | XXIII | XXIV | XXV  |   |
| ACROPORIDAE                       | <i>Acropora</i>       | <i>cervicornis</i>      |                  | R    | E    | E    | E    | E     | R    | E    | A    | R    | E     | R    | E    |   |
|                                   |                       | <i>palmata</i>          | A                | E    | C    | R    |      |       | A    | R    | E    | E    | C     | C    | A    |   |
|                                   |                       | <i>prolifera</i>        |                  |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       |      |      | R |
| AGARICIDAE                        | <i>Agaricia</i>       | <i>agaricites</i>       | A                | A    | C    | C    | A    | A     | E    | C    | C    | E    | C     | C    | A    |   |
|                                   |                       | <i>fragilis</i>         |                  |      | R    | R    | R    | R     | R    | E    | R    |      | E     | E    | E    |   |
|                                   |                       | <i>grahamae</i>         |                  |      |      |      |      |       | R    |      |      |      |       |      |      |   |
|                                   |                       | <i>humilis</i>          |                  | R    | R    | R    | R    | R     | R    | E    | R    | R    | R     | R    | R    |   |
|                                   |                       | <i>lamarcki</i>         | E                |      | R    |      | E    |       | R    | E    | E    | R    | R     | R    | R    | R |
|                                   |                       | <i>tenuifolia</i>       | E                | E    | E    | A    | C    | A     | C    | C    | E    | A    | A     | C    | D    |   |
|                                   |                       | <i>undata</i>           |                  |      |      |      |      |       | R    | E    | R    | E    |       |      | R    | R |
|                                   | <i>Leptoseris</i>     | <i>cucullata</i>        | E                | R    | E    | E    | R    | R     | R    | E    | R    | R    | R     | R    | R    | R |
| ASTROCOENIDAE                     | <i>Stephanocoenia</i> | <i>micheelinii</i>      | R                | R    | R    | R    | R    | R     | R    | R    | E    | E    | R     | R    | R    |   |
| CARYOPHYLLIDAE                    | <i>Eusmilia</i>       | <i>fastigiata</i>       | R                | R    | R    | R    | R    | E     | R    | R    | R    | R    | R     |      |      |   |
| FAVIDAE                           | <i>Colpophyllia</i>   | <i>breviserialis</i>    |                  |      |      | R    |      |       |      |      |      |      |       |      |      |   |
|                                   |                       | <i>natans</i>           |                  | E    | E    | E    | E    | R     | R    | E    | R    | R    | E     | R    | R    |   |
|                                   | <i>Diploria</i>       | <i>clivosa</i>          | E                | C    | E    | R    | C    | E     | R    |      |      |      |       | R    | R    | R |
|                                   |                       | <i>labyrinthiformis</i> |                  | E    | R    | R    | R    | R     | E    | E    | E    | E    | E     | E    | E    | C |
|                                   |                       | <i>strigosa</i>         | E                | E    | E    | C    | E    | E     | E    | E    | C    | E    | E     | E    | E    | C |
|                                   | <i>Manicina</i>       | <i>areolata</i>         | R                | R    |      |      | R    |       | R    | R    |      | R    | R     | R    | R    |   |
|                                   | <i>Montastrea</i>     | <i>annularis</i>        | A                | C    | D    | A    | A    | E     | D    | D    | A    | D    | D     | D    | A    |   |
|                                   |                       | <i>cavernosa</i>        | C                | A    | C    | C    | C    | A     | E    | E    | E    | E    | E     | A    | E    |   |
|                                   | <i>Oculina</i>        | <i>sp.</i>              |                  |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       |      | R    |   |
|                                   | <i>Favia</i>          | <i>fragum</i>           |                  | R    | R    | R    | R    |       | E    | E    | R    | C    | R     | E    | E    |   |
|                                   | <i>Solenastrea</i>    | <i>buomoni</i>          |                  |      |      |      |      |       |      | R    | R    | R    | R     | R    | R    |   |
|                                   |                       | <i>hyades</i>           |                  |      |      | R    |      |       |      |      |      |      |       | R    |      |   |
|                                   | MEANDRINIDAE          | <i>Dendrogyra</i>       | <i>cylindrus</i> |      |      |      |      |       |      | R    | R    | R    |       | E    | E    |   |
| <i>Dichocoenia</i>                |                       | <i>stokesii</i>         | E                | E    | E    | E    | E    | E     | R    | R    | R    | R    | R     | E    | R    |   |
| <i>Meandrina</i>                  |                       | <i>meandrites</i>       | E                | E    | E    | E    | E    | E     | E    | E    | E    | R    | E     | R    | R    |   |
| MUSSIDAE                          | <i>Isophyllastrea</i> | <i>rigida</i>           | R                | R    | R    | R    |      | E     | R    | R    |      | R    |       |      |      |   |
|                                   |                       | <i>Ishophyllia</i>      | <i>sinuosa</i>   | R    | R    | R    | R    | R     | R    |      | R    | R    | R     |      |      |   |
|                                   |                       | <i>aliciae</i>          |                  | E    |      |      | R    | R     |      |      |      |      |       |      |      |   |
|                                   | <i>Mycetophyllia</i>  | <i>danaana</i>          | R                | R    | R    | R    | R    |       | R    |      | R    |      |       | R    | R    |   |
|                                   |                       | <i>ferox</i>            | R                | R    |      | R    |      | R     | R    |      |      |      |       | R    |      |   |
|                                   |                       | <i>lamarckiana</i>      | R                | R    | R    | R    | R    | R     | R    | R    | R    | E    | R     | R    | R    |   |
|                                   | <i>Mussa</i>          | <i>angulosa</i>         |                  |      | R    |      |      |       | R    |      |      |      |       | R    |      |   |
| <i>Scolymia</i>                   | <i>lacera</i>         | R                       |                  | R    | R    |      |      |       |      |      |      | R    | R     | R    |      |   |
| PORITIDAE                         | <i>Porites</i>        | <i>astroides</i>        | A                | A    | A    | A    | C    | E     | E    | C    | C    | E    | C     | E    | E    |   |
|                                   |                       | <i>branneri</i>         | R                |      |      | E    | R    |       |      |      |      |      |       |      |      |   |
|                                   |                       | <i>colonensis</i>       |                  |      |      |      |      |       |      | R    |      |      |       | E    |      |   |
|                                   |                       | <i>divaricata</i>       | E                | R    | R    | R    | C    | R     | R    | E    | E    | R    | R     | R    | R    |   |
|                                   |                       | <i>furcata</i>          | R                |      | R    | R    | R    | R     | R    | E    | R    | R    | R     | R    | R    |   |
|                                   |                       | <i>porites</i>          | E                | E    | C    | C    | R    | C     | E    | E    | E    | E    | E     | E    | E    |   |
| SERIATOPORIDAE                    | <i>Madracis</i>       | <i>decactis</i>         | R                | E    | R    | R    |      | R     | R    | R    | E    | R    | R     | R    |      |   |
|                                   |                       | <i>formosa</i>          |                  |      |      |      | R    | R     |      |      |      |      |       |      |      |   |
|                                   |                       | <i>mirabilis</i>        |                  | R    | E    | E    |      | E     | E    | E    | C    | R    | E     | R    |      |   |
|                                   |                       | <i>phorensis</i>        |                  |      |      |      |      |       |      | R    |      |      | E     |      |      |   |
| SIDERASTREIDAE                    | <i>Siderastrea</i>    | <i>radians</i>          | R                | R    | R    | R    | E    | R     | E    | C    | E    | E    | E     | E    | R    |   |
|                                   |                       | <i>siderea</i>          | C                | C    | C    | E    | C    | C     | R    | E    |      | E    | E     | C    | C    |   |
| CLASE HYDROZOA                    |                       |                         |                  |      |      |      |      |       |      |      |      |      |       |      |      |   |
|                                   | <i>Millepora</i>      | <i>alcicornis</i>       | E                | E    | E    | E    | E    | C     | E    | E    | E    | R    | E     | R    | R    |   |
|                                   |                       | <i>complanata</i>       | C                | E    | C    | E    | E    |       | E    | E    | E    | C    |       | R    | E    |   |
| TOTAL DE ESPECIES POR REGION      |                       |                         | 30               | 33   | 35   | 37   | 33   | 31    | 38   | 37   | 33   | 33   | 34    | 40   | 33   |   |
| TOTAL DE COBERTURA POR REGION (%) |                       |                         | 18.1             | 20.7 | 30.2 | 27.9 | 18.8 | 15.5  | 32.7 | 27.6 | 32.1 | 32   | 29.2  | 20   | 23.5 |   |

Tabla 4. RIQUEZA DE ESPECIES Y ABUNDANCIA DE CORALES ESCLERACTINIOS E HIDROCORALES. Se presenta un lista de las especies de corales escleractinios e hidrocorales registradas en los arrecifes del sur de Quintana Roo, así como una estimación de su abundancia por región con base en la cobertura de tejido vivo. Las letras indican los siguientes porcentajes de cobertura: R=Rara < 1%, E=Escasa 1-5%, C=Común >5-10%, A=Abundante >10-20% y D=Dominante >20%.

| REGIONES | ZONA ARRECIFAL        | No. ESPECIES | COBERTURA (%) | DIVERSIDAD (H') |
|----------|-----------------------|--------------|---------------|-----------------|
| XIII     | Arrecife Posterior    | 16           | 24.22         | 1.778           |
|          | Rompiente Arrecifal   | 15           | 20.67         | 2.227           |
|          | Transición Barlovento | 18           | 19.21         | 2.378           |
|          | Frontal Interior      | 11           | 5.75          | 2.058           |
|          | Frontal Exterior      | 20           | 21.83         | 2.16            |
| XIV      | Arrecife Posterior    | 11           | 18.61         | 1.639           |
|          | Rompiente Arrecifal   | 9            | 10.72         | 1.801           |
|          | Transición Barlovento | 22           | 31.12         | 2.528           |
|          | Frontal Interior      | 27           | 33.3          | 2.64            |
|          | Frontal Exterior      | 15           | 7.13          | 2.298           |
| XV       | Arrecife Posterior    | 15           | 28.8          | 1.813           |
|          | Rompiente Arrecifal   | 10           | 32            | 1.764           |
|          | Transición Barlovento | 15           | 14.2          | 2.322           |
|          | Frontal Interior      | 30           | 39.9          | 2.864           |
|          | Frontal Exterior      | 20           | 36.33         | 2.285           |
| XVI      | Arrecife Posterior    | 15           | 16.8          | 1.99            |
|          | Rompiente Arrecifal   | 16           | 17.1          | 1.859           |
|          | Transición Barlovento | 15           | 13.2          | 2.335           |
|          | Frontal Interior      | 29           | 42.1          | 2.876           |
|          | Frontal Exterior      | 25           | 46.3          | 2.088           |
| XVII     | Arrecife Posterior    | 15           | 18.5          | 2.179           |
|          | Rompiente Arrecifal   | 9            | 17.4          | 1.644           |
|          | Transición Barlovento | 21           | 17.7          | 2.481           |
|          | Frontal Interior      | 22           | 28            | 2.631           |
|          | Frontal Exterior      | 12           | 12.6          | 1.91            |
| XVIII    | Transición Barlovento | 24           | 25.2          | 2.57            |
|          | Frontal Interior      | 23           | 15.9          | 2.691           |
|          | Frontal Exterior      | 6            | 2.28          | 1.563           |
| XIX      | Arrecife Posterior    | 19           | 22.13         | 2.085           |
|          | Rompiente Arrecifal   | 15           | 26.81         | 1.697           |
|          | Transición Barlovento | 28           | 26.06         | 2.6             |
|          | Frontal Interior      | 34           | 39.97         | 2.487           |
|          | Frontal Exterior      | 29           | 47.31         | 2.159           |
| XX       | Transición Barlovento | 32           | 30.87         | 2.827           |
|          | Frontal Interior      | 31           | 23.72         | 2.794           |
|          | Frontal Exterior      | 27           | 28.29         | 2.407           |
| XXI      | Transición Barlovento | 23           | 24.5          | 2.629           |
|          | Frontal Interior      | 25           | 42.04         | 2.554           |
|          | Frontal Exterior      | 22           | 29.94         | 2.524           |
|          | Arrecife Posterior    | 14           | 19.38         | 1.868           |
| XXII     | Rompiente Arrecifal   | 12           | 30.59         | 1.758           |
|          | Transición Barlovento | 26           | 39            | 2.408           |
|          | Frontal Interior      | 30           | 30.85         | 2.557           |
|          | Frontal Exterior      | 23           | 41.11         | 1.73            |
|          | Arrecife Posterior    | 16           | 22.35         | 1.87            |
| XXIII    | Rompiente Arrecifal   | 16           | 21.69         | 1.737           |
|          | Transición Barlovento | 23           | 33.11         | 2.57            |
|          | Frontal Interior      | 26           | 31.59         | 2.753           |
|          | Frontal Exterior      | 25           | 36.64         | 2.6             |
|          | Arrecife Posterior    | 15           | 17.5          | 1.697           |
| XXIV     | Rompiente Arrecifal   | 15           | 20.48         | 1.764           |
|          | Transición Barlovento | 29           | 12.76         | 2.812           |
|          | Frontal Interior      | 26           | 25.48         | 2.598           |
|          | Frontal Exterior      | 28           | 25.45         | 2.616           |
|          | Arrecife Posterior    | 18           | 23.96         | 2.172           |
| XXV      | Rompiente Arrecifal   | 20           | 16.18         | 2.382           |
|          | Transición Barlovento | 22           | 18.96         | 2.446           |
|          | Frontal Interior      | 24           | 25.05         | 2.275           |
|          | Frontal Exterior      | 21           | 35.41         | 1.893           |

Tabla 5. PARAMETROS DE LA COMUNIDAD DE CORALES ESCLERACTINIOS E HIDROCORALES. Se presentan los valores estimados de número de especies, porcentaje de cobertura y diversidad (Shannon-Wiener) de corales escleractinios e hidrocorales por zona y región en los arrecifes del sur de Quintana Roo.

## Corales Gorgonáceos

En los arrecifes del sur de Quintana Roo se registraron un total de 45 especies de corales gorgonáceos que pertenecen a 14 géneros y 5 familias (Tabla 6).

Este estudio reporta por primera vez en el área la especie *Swiftia exserta*, quedando por confirmar la especie en estudios posteriores. También se reporta la presencia de *Ellisella elongata*, especie observada en el frontal exterior de la región XVIII pero fuera del transecto de muestreo.

El número de especies por zona en cada región tuvo valores de 8 a 31 especies (Tabla 7); en general la riqueza específica de gorgonáceos fue mayor en la transición barlovento y el frontal interior, entre 12 a 21 m de profundidad. El número de especies por región fue de 21 en la región XXI a 37 en la región XIV (Tabla 6). La densidad de gorgonáceos por zona fue mayor en la transición barlovento con 1.76 a 3.02 col/m<sup>2</sup> y el frontal interior con 1.38 a 2.44 col/m<sup>2</sup>; siendo menor en la rompiente arrecifal con 0.91 a 2.1 col/m<sup>2</sup> (Tabla 7).

Por regiones, la mayor densidad de gorgonáceos fue para la XIX y XXI con aproximadamente 1.8 col/m<sup>2</sup>, mientras que en la región XVI se estimó menos de una colonia por metro cuadrado (Tabla 6).

Los valores de diversidad estimados por zona fueron generalmente mayores en el frontal interior, disminuyen hacia la rompiente arrecifal y se vuelven a incrementar en el arrecife posterior (Tabla 7).

Un gran número de especies de gorgonáceos presenta un amplio intervalo de distribución, tanto en las zonas profundas como en las zonas someras. No obstante, existen grandes diferencias en cuanto a la abundancia de algunas especies en determinadas zonas. En las zonas expuestas y profundas dominan las especies del género *Pseudotergorgia* como *P. americana* y *P. bipinnata*, así como *Muriceopsis flavida*. En la transición barlovento fue evidente la dominancia de *P. americana*, *M. flavida* y *Muricea muricata*. En la rompiente arrecifal las especies más abundantes fueron *Eunicea mammosa*, *Muricea muricata* y *Gorgonia flabellum*, mientras que en el posterior *Briareum asbestinum* fue la especie dominante, así como *E. mammosa* y *G. flabellum* (Tabla 6).

Los resultados permiten definir que las condiciones óptimas para el asentamiento de la comunidad de corales gorgonáceos se dan en sitios donde existe poca turbulencia, baja sedimentación, suficiente luz y sustrato duro. Botero (1990) encuentra una situación similar en el Parque Nacional Santa Marta Tayrona en Colombia, donde el valor de diversidad y la riqueza específica generalmente se incrementa en las zonas someras hasta profundidades de 13 a 16 m.

| ORDEN GORGONACEA                           |                       |                          | REGIONES         |     |     |      |      |       |     |     |     |      |       |      |     |   |
|--------------------------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------|-----|-----|------|------|-------|-----|-----|-----|------|-------|------|-----|---|
| FAMILIA                                    | GENERO                | ESPECIE                  | XIII             | XIV | XV  | XVI  | XVII | XVIII | XIX | XX  | XXI | XXII | XXIII | XXIV | XXV |   |
| ANTHOTHOLIDAE                              | <i>Erythropodium</i>  | <i>caribaeorum</i>       |                  | R   | R   | R    | R    |       |     | E   | E   | R    | R     | R    | C   |   |
|                                            | <i>Iciligorgia</i>    | <i>schrammi</i>          | R                |     |     |      |      |       |     |     |     |      | R     | R    |     |   |
| BRIAREIDAE                                 | <i>Briareum</i>       | <i>asbestinum</i>        | E                | E   | E   | E    | C    | C     | A   | C   | C   | A    | E     | C    | A   |   |
| PLEXAURIDAE                                | <i>Eunicea</i>        | <i>calyculata</i>        | E                | E   | E   | R    | E    | E     | E   | E   | E   | R    | R     | E    | E   |   |
|                                            |                       | <i>fusca</i>             | E                | R   | R   | R    | E    | R     | E   | C   | C   | E    | R     | C    | E   |   |
|                                            |                       | <i>laciniata</i>         |                  |     |     | R    |      |       |     |     |     |      |       |      |     |   |
|                                            |                       | <i>laxispica</i>         | E                | E   | C   | C    | C    | E     | R   |     |     |      |       |      | R   | R |
|                                            |                       | <i>mammosa</i>           | A                | A   | C   | A    | A    | E     | E   | R   | E   | R    | R     | E    | E   |   |
|                                            |                       | <i>palmeri</i>           | R                | R   | R   | R    | E    | R     |     |     |     |      |       |      |     |   |
|                                            |                       | <i>succinea</i>          | E                | E   | E   | E    | R    | E     | C   | C   | C   | C    | C     | C    | C   | C |
|                                            |                       | <i>tourneforti</i>       | E                | E   | E   | E    | E    | E     | R   | R   | R   | R    | R     | E    | R   | R |
|                                            | <i>Muricea</i>        | <i>atlantica</i>         |                  |     | R   |      |      |       |     | R   | R   | R    |       |      | E   | R |
|                                            |                       | <i>elongata</i>          | E                | R   | R   |      | R    |       |     | C   | C   | C    | C     | C    | E   | C |
|                                            |                       | <i>laxa</i>              | R                |     | E   | R    | E    | R     | R   | E   | E   | C    | E     | E    | E   | R |
|                                            |                       | <i>muricata</i>          | C                | C   | E   | C    | E    | E     | A   | C   | C   | A    | C     | C    | C   | E |
|                                            |                       | <i>pinnata</i>           |                  |     |     |      |      |       | R   |     |     |      |       |      |     |   |
|                                            |                       | <i>sp.</i>               |                  |     |     |      |      |       |     |     | R   |      |       |      |     |   |
|                                            | <i>Muriceopsis</i>    | <i>flavida</i>           | E                | E   | E   | E    | E    | E     | A   | D   | A   | A    | D     | C    | A   |   |
|                                            | <i>Plexaura</i>       | <i>sp.</i>               |                  |     | E   | R    | R    |       | E   |     |     |      | R     |      |     |   |
|                                            |                       | <i>flexuosa</i>          | C                | C   | C   | C    | C    | A     | R   | R   |     | R    |       | R    | R   |   |
|                                            |                       | <i>homomalla</i>         | E                | E   | E   | E    | E    | E     | E   | E   | E   | E    | E     | E    | E   |   |
|                                            | <i>Plexaurella</i>    | <i>dichotoma</i>         | R                | R   | E   | E    | R    | E     |     |     |     |      |       |      |     |   |
|                                            |                       | <i>grandiflora</i>       | E                | R   | R   | E    | E    | E     | E   | E   | E   | E    | E     | E    | E   | R |
|                                            |                       | <i>grisea</i>            | E                | E   | E   | E    | R    | E     |     |     |     |      |       |      |     |   |
|                                            |                       | <i>nutans</i>            | R                | R   | R   | R    | E    | E     | R   | R   |     | R    | R     | E    | E   |   |
|                                            | <i>Pseudoplexaura</i> | <i>crucis</i>            | R                | E   | E   | E    | E    | E     | E   | E   | E   | E    | E     | E    | C   | E |
|                                            |                       | <i>flagellosa</i>        | E                | R   |     | R    | R    | R     |     |     |     |      |       |      |     |   |
|                                            |                       | <i>wagnaari</i>          | R                | R   |     | R    | R    | R     |     |     |     |      |       |      |     |   |
|                                            |                       | <i>porosa</i>            | E                | E   | E   | E    | E    | E     |     |     |     |      |       |      |     |   |
|                                            |                       | <i>sp.</i>               |                  | R   |     |      |      |       |     |     |     |      |       |      |     |   |
|                                            | <i>Swiftia</i>        | <i>exserta</i>           |                  |     |     |      |      |       | R   |     |     |      |       |      |     |   |
|                                            | ELLISELLIDAE          | <i>Ellisella</i>         | <i>elongata</i>  |     |     |      |      |       | X   |     |     |      |       |      |     |   |
|                                            | GORGONIDAE            | <i>Gorgonia</i>          | <i>flabellum</i> | C   | E   | A    | C    | E     | E   | A   | A   | C    | A     | D    | C   | A |
|                                            |                       |                          | <i>mariae</i>    | E   | R   | E    | E    | E     | R   | R   | R   |      | R     | R    | R   | R |
|                                            |                       |                          | <i>ventalina</i> | C   | C   | C    | E    | E     | E   | R   | R   | E    | E     | E    | E   | C |
|                                            |                       | <i>Pseudopterogorgia</i> | <i>acerosa</i>   | E   | E   | E    | E    | E     | E   |     |     |      |       |      |     |   |
| <i>americana</i>                           |                       |                          | C                | A   | A   | A    | C    | A     | E   | C   | A   | C    | C     | C    | C   | E |
| <i>bipinnata</i>                           |                       |                          | C                | C   | E   | C    | A    | C     | A   | C   | C   | C    | C     | C    | C   | E |
| <i>elisabethae</i>                         |                       |                          | E                | E   | E   | C    |      | E     |     |     |     |      |       |      |     |   |
| <i>rigida</i>                              |                       |                          | E                | E   | E   | E    | E    | E     |     |     |     |      |       |      |     |   |
| <i>sp.</i>                                 |                       |                          | R                | R   | R   | R    | R    |       |     |     |     |      |       |      |     |   |
| <i>Pterogorgia</i>                         |                       |                          | <i>anceps</i>    | R   | E   | R    | R    | R     | E   | R   |     |      | R     | R    | E   | R |
|                                            |                       | <i>citrina</i>           | E                | R   |     | R    | R    | E     | R   | R   | R   | R    |       | E    | R   |   |
|                                            |                       | <i>guadalupensis</i>     | E                | R   | R   | R    |      |       |     | R   | R   |      | R     | R    |     |   |
| TOTAL DE ESPECIES POR REGION               |                       |                          | 35               | 37  | 34  | 35   | 33   | 35    | 24  | 25  | 21  | 24   | 23    | 27   | 25  |   |
| TOTAL DE DENSIDAD POR REGION (colonias/m2) |                       |                          | 1.4              | 1.7 | 1.6 | 0.91 | 1.4  | 1.7   | 1.8 | 1.6 | 1.8 | 1.6  | 1.1   | 1    | 1.6 |   |

Tabla 6. RIQUEZA DE ESPECIES Y ABUNDANCIA DE CORALES GORGONACEOS. Se presenta una lista de las especies de corales gorgonáceos registradas en los arrecifes del sur de Quintana Roo, así como una estimación de su abundancia por región con base en la densidad de colonias. Las letras indican los siguientes porcentajes de densidad: R=Rara < 1%, E=Escasa 1-5%, C=Común >5-10%, A=Abundante >10-20% y D=Dominante >20%.

| REGIONES | ZONA ARRECIFAL        | No. ESPECIES | DENSIDAD<br>(colonias/m <sup>2</sup> ) | DIVERSIDAD<br>(H') |
|----------|-----------------------|--------------|----------------------------------------|--------------------|
| XIII     | Arrecife Posterior    | 19           | 0.88                                   | 2.45               |
|          | Rompiente Arrecifal   | 21           | 1.48                                   | 2.38               |
|          | Transición Barlovento | 25           | 1.93                                   | 2.7                |
|          | Frontal Interior      | 30           | 1.43                                   | 2.88               |
|          | Frontal Exterior      | 27           | 0.99                                   | 2.82               |
| XIV      | Arrecife Posterior    | 18           | 1.03                                   | 1.88               |
|          | Rompiente Arrecifal   | 12           | 1.29                                   | 1.29               |
|          | Transición Barlovento | 28           | 2.71                                   | 2.62               |
|          | Frontal Interior      | 31           | 2.28                                   | 2.88               |
|          | Frontal Exterior      | 18           | 0.6                                    | 2.12               |
| XV       | Arrecife Posterior    | 14           | 1.63                                   | 2.11               |
|          | Rompiente Arrecifal   | 16           | 0.91                                   | 2.14               |
|          | Transición Barlovento | 26           | 1.94                                   | 2.73               |
|          | Frontal Interior      | 28           | 2.36                                   | 2.9                |
|          | Frontal Exterior      | 20           | 1.52                                   | 2.46               |
| XVI      | Arrecife Posterior    | 16           | 0.9                                    | 2.18               |
|          | Rompiente Arrecifal   | 18           | 1.47                                   | 1.82               |
|          | Transición Barlovento | 29           | 3.02                                   | 2.64               |
|          | Frontal Interior      | 25           | 1.96                                   | 2.89               |
|          | Frontal Exterior      | 27           | 1.5                                    | 2.57               |
| XVII     | Arrecife Posterior    | 14           | 0.81                                   | 1.92               |
|          | Rompiente Arrecifal   | 12           | 0.83                                   | 1.78               |
|          | Transición Barlovento | 28           | 2.65                                   | 2.95               |
|          | Frontal Interior      | 26           | 2.52                                   | 2.83               |
|          | Frontal Exterior      | 20           | 1.01                                   | 2.58               |
| XVIII    | Transición Barlovento | 26           | 2.08                                   | 2.87               |
|          | Frontal Interior      | 28           | 2.23                                   | 2.99               |
|          | Frontal Exterior      | 20           | 0.78                                   | 2.49               |
| XIX      | Arrecife Posterior    | 12           | 2.03                                   | 1.959              |
|          | Rompiente Arrecifal   | 9            | 1.42                                   | 1.459              |
|          | Transición Barlovento | 18           | 1.76                                   | 2.135              |
|          | Frontal Interior      | 21           | 2.44                                   | 2.413              |
|          | Frontal Exterior      | 15           | 1.42                                   | 2.378              |
| XX       | Transición Barlovento | 22           | 2.05                                   | 2.411              |
|          | Frontal Interior      | 20           | 1.35                                   | 2.613              |
|          | Frontal Exterior      | 21           | 1.46                                   | 2.505              |
| XXI      | Transición Barlovento | 17           | 1.81                                   | 2.508              |
|          | Frontal Interior      | 17           | 1.48                                   | 2.561              |
|          | Frontal Exterior      | 17           | 2.2                                    | 2.416              |
| XXII     | Arrecife Posterior    | 13           | 1.27                                   | 1.931              |
|          | Rompiente Arrecifal   | 8            | 2.1                                    | 1.681              |
|          | Transición Barlovento | 20           | 1.97                                   | 2.403              |
|          | Frontal Interior      | 23           | 1.57                                   | 2.424              |
|          | Frontal Exterior      | 18           | 1.45                                   | 2.447              |
| XXIII    | Arrecife Posterior    | 9            | 0.65                                   | 1.273              |
|          | Rompiente Arrecifal   | 10           | 0.73                                   | 1.194              |
|          | Transición Barlovento | 20           | 1.76                                   | 2.316              |
|          | Frontal Interior      | 19           | 1.38                                   | 2.308              |
|          | Frontal Exterior      | 16           | 1                                      | 2.026              |
| XXIV     | Arrecife Posterior    | 16           | 0.79                                   | 1.966              |
|          | Rompiente Arrecifal   | 12           | 0.18                                   | 1.777              |
|          | Transición Barlovento | 22           | 1.48                                   | 2.692              |
|          | Frontal Interior      | 21           | 1.63                                   | 2.804              |
|          | Frontal Exterior      | 20           | 0.95                                   | 2.589              |
| XXV      | Arrecife Posterior    | 16           | 1.51                                   | 2.03               |
|          | Rompiente Arrecifal   | 16           | 1.46                                   | 2.117              |
|          | Transición Barlovento | 22           | 1.79                                   | 2.389              |
|          | Frontal Interior      | 18           | 2.25                                   | 2.467              |
|          | Frontal Exterior      | 23           | 1.21                                   | 2.621              |

Tabla 7. PARAMETROS DE LA COMUNIDAD DE CORALES GORGONACEOS. Se presentan los valores estimados de número de especies, densidad y diversidad (Shannon-Wiener) de corales gorgonáceos por zona y región en los arrecifes del sur de Quintana Roo.

## Peces Arrecifales

En los arrecifes de la costa sur de Quintana Roo se encontró un total de 143 especies de peces arrecifales pertenecientes a 40 familias dentro de las Clases Osteichthyes y Chondrichthyes (Tabla 8).

La riqueza específica por zona es mayor en las subzonas del arrecife frontal que tienen entre 15 y 47 especies de peces arrecifales; mientras que, los valores más bajos tienden a encontrarse en zonas someras como la rompiente arrecifal (Tabla 9).

Entre regiones, la riqueza específica fue mayor en la región XIII con 81 especies de peces y resultó menor en la región XXI con 48 (Tabla 8).

La densidad por zona fue mayor hacia el arrecife frontal que tuvo hasta 3.8 individuos/m<sup>2</sup>, excepto en las regiones XVII a XX y XIV. El valor de densidad más bajo se registró en la rompiente arrecifal con 0.4 individuos/m<sup>2</sup>, excepto en las regiones XIV y XIX, donde se observaron grandes escuelas de acantúridos herbívoros que ramonean en esta zona y en el arrecife posterior (Tabla 9).

La región con mayor densidad fue la XIV con 2.7 individuos/m<sup>2</sup>, mientras que las regiones XX y XXIV tienen la densidad más baja, siendo esta de 1 individuo/m<sup>2</sup> (Tabla 7). La diversidad por zona tiende a ser generalmente menor en la rompiente arrecifal y transición barlovento, y se incrementa en el frontal interior y arrecife posterior (Tabla 9).

A pesar de ser una comunidad donde las presiones de pesca son intensas, la fauna ictiológica descrita es tan diversa como la reportada para Sian ka'an y el área sur del corredor Cancún-Tulum. Al igual que en éstas, fue común observar escuelas de peces capturados comúnmente por la pesca comercial, pertenecientes a las familias Carangidae, Serranidae, Scaridae, Pomadasyidae, Lutjanidae y Labridae. Pero es importante señalar que aunque se detectaron muchas especies de estas familias, el número de individuos por especie fue bajo, a excepción de la última.

Es probable que la ubicación de la región XIII dentro de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an explique su alta riqueza de especies, ya que se trata de un Área Natural Protegida; además, dado que es la más alejada de los sitios donde se asientan los pescadores, éstos la visitan con menor frecuencia.

Algunas regiones, excepto la XIV y XV, presentan la laguna arrecifal y el arrecife frontal bien desarrollados, en donde el número de especies y densidad de peces presentes fue menor a lo que se podría esperar en sitios tan heterogéneos, con "bajos" arrecifales y sistemas de macizos y canales. Esto es un posible resultado de la existencia en la laguna arrecifal de numerosos cercos para peces, que los habitantes del área han colocado; además de la presión de pesca que éstos y otros pescadores provenientes de Chetumal ejercen en el área.

| CLASE OSTEICHTHYES |                       |                     | REGIONES |     |    |     |      |       |     |    |     |      |       |      |     |
|--------------------|-----------------------|---------------------|----------|-----|----|-----|------|-------|-----|----|-----|------|-------|------|-----|
| FAMILIA            | GENERO                | ESPECIE             | XIII     | XIV | XV | XVI | XVII | XVIII | XIX | XX | XXI | XXII | XXIII | XXIV | XXV |
| Acanthuridae       | <i>Acanthurus</i>     | <i>bahianus</i>     | E        | R   | R  |     | R    | R     | R   | R  | R   | R    | R     | R    | R   |
|                    |                       | <i>chirurgus</i>    | E        | E   | E  | E   | E    | E     | E   | R  | R   | R    | R     | E    | E   |
|                    |                       | <i>coeruleus</i>    | E        | E   | E  | E   | E    | R     | D   | R  | E   | E    | E     | E    | E   |
| Aulostomidae       | <i>Aulostomus</i>     | <i>maculatus</i>    | R        | R   | R  | R   | R    | R     | R   |    |     | R    |       |      |     |
| Balistidae         | <i>Balistes</i>       | <i>vetula</i>       | R        | R   | R  | R   |      | R     | R   | R  |     |      | R     | R    |     |
|                    |                       | <i>macroceros</i>   | R        |     |    |     |      |       |     | R  |     |      |       |      |     |
|                    |                       | <i>pullus</i>       | R        | R   |    | R   | R    |       |     |    |     | R    |       | R    | R   |
|                    | <i>Canthidermis</i>   | <i>sufflamen</i>    |          |     | R  |     |      |       |     |    |     | R    |       |      |     |
|                    | <i>Melichthys</i>     | <i>niger</i>        |          | R   | E  | R   | R    | R     | R   | R  |     | R    | R     | R    |     |
|                    | <i>Xanthichthys</i>   | <i>ringens</i>      |          |     |    |     |      | R     |     |    |     |      |       |      |     |
| Batrachoididae     | <i>Batrachoides</i>   | <i>gilbertii</i>    |          |     |    |     |      |       | R   |    |     |      |       |      |     |
| Bleniidae          | <i>Ophioblennius</i>  | <i>atlanticus</i>   |          | R   |    | R   | R    |       | R   |    |     |      | R     |      | R   |
| Carangidae         | <i>Caranx</i>         | <i>bartholomaei</i> |          |     |    |     |      | C     |     |    |     |      |       |      |     |
|                    |                       | <i>crysos</i>       |          |     |    |     |      |       | C   |    |     |      |       | E    | E   |
|                    |                       | <i>ruber</i>        | E        | R   | R  | R   | R    | R     | E   | R  |     | R    | E     | C    | E   |
|                    | <i>Elagatis</i>       | <i>bipinnatula</i>  | R        |     | R  |     |      | R     |     |    |     |      |       |      |     |
|                    | <i>Trachinotus</i>    | <i>goodei</i>       |          |     | R  |     |      |       |     |    |     |      |       |      |     |
| Chaetodontidae     | <i>Chaetodon</i>      | <i>aculeatus</i>    | R        |     | R  |     | R    |       | R   | R  | R   |      |       | R    |     |
|                    |                       | <i>capistratus</i>  | R        | E   | E  | R   | R    | E     | R   | R  | R   | R    | R     | R    |     |
|                    |                       | <i>ocellatus</i>    | R        |     |    |     |      |       | R   |    | R   |      | R     |      | R   |
|                    |                       | <i>striatus</i>     | R        | R   | R  | R   | R    | R     | R   |    | R   |      |       | R    | R   |
| Cirrhitidae        | <i>Amblycirrhitus</i> | <i>pinos</i>        |          | R   |    | R   | R    |       | R   | R  | R   | R    | R     | R    |     |
| Clinidae           | <i>Malacoctenus</i>   | <i>boehlkei</i>     | R        |     | R  |     |      |       |     |    |     |      |       |      |     |
|                    |                       | <i>triangulatus</i> | R        | R   | R  | R   | E    | R     |     |    |     | R    | R     | R    | R   |
|                    |                       | <i>versicolor</i>   |          |     |    |     | R    |       |     |    |     |      |       |      |     |
| Echeneidae         | <i>Echeneis</i>       | <i>naucrates</i>    |          |     |    |     |      |       |     |    |     | R    |       |      |     |
|                    |                       | sp.                 |          |     |    |     |      |       |     |    |     |      |       | R    |     |
| Ephippidae         | <i>Chaetodipterus</i> | <i>faber</i>        |          |     |    |     |      |       |     |    | R   |      |       |      |     |
| Gerridae           | <i>Gerres</i>         | <i>cinereus</i>     |          | R   | R  | R   |      |       | R   |    |     | R    |       | R    | R   |
| Gobiidae           | <i>Coryphopterus</i>  | <i>dicrus</i>       |          | R   | R  |     |      |       |     |    |     |      |       |      | R   |
|                    |                       | <i>hyalinus</i>     | C        |     |    | E   |      |       |     |    |     |      |       |      |     |
|                    |                       | <i>lipernes</i>     |          |     |    |     | R    |       |     |    |     |      |       |      |     |
|                    |                       | <i>personatus</i>   | R        |     | A  | R   | E    |       | E   | R  | A   | C    | C     | E    | R   |
|                    | <i>Gnatholepis</i>    | <i>thompsoni</i>    |          |     | R  |     |      | R     |     |    |     |      |       |      |     |
|                    | <i>Gobiosoma</i>      | <i>evelynae</i>     |          |     |    |     |      |       |     |    | R   |      | R     |      |     |
|                    |                       | <i>oceanops</i>     |          |     |    | R   | R    |       | R   |    |     | R    | R     | R    | R   |
|                    |                       | <i>prochilos</i>    | R        | R   | R  | R   | R    | R     |     | R  |     |      |       | R    |     |
| <i>xanthipora</i>  |                       | R                   |          |     |    |     |      |       |     |    |     |      |       |      |     |
| Grammidae          | <i>Gramma</i>         | <i>loreto</i>       | E        | E   | R  | E   | E    | R     | E   | E  | R   | E    | C     | E    | E   |
| Holocentridae      | <i>Holocentrus</i>    | <i>adsencionis</i>  | R        | E   | E  | R   | E    | E     | R   | R  | R   | R    | R     | R    | R   |
|                    |                       | <i>bullisi</i>      |          |     |    | R   |      |       |     |    |     |      |       |      |     |
|                    |                       | <i>coruscus</i>     |          |     |    | R   |      |       |     |    |     |      |       |      |     |
|                    |                       | <i>marianus</i>     | R        | R   | R  | R   | R    | R     | R   | R  | E   | R    | R     | R    | R   |
|                    |                       | <i>rufus</i>        | R        |     | R  |     | R    |       |     | R  |     |      |       | R    |     |
|                    |                       | <i>vexillarius</i>  |          |     | R  | R   |      |       | R   |    |     | R    | R     | R    | R   |
|                    | <i>Myripristis</i>    | <i>jacobus</i>      |          | R   |    | R   | R    |       |     |    | R   |      |       |      | R   |
| Inermiidae         | <i>Inermia</i>        | <i>vittata</i>      |          | E   |    | E   |      |       | D   |    |     |      |       |      |     |
| Kyphosidae         | <i>Kyphosus</i>       | <i>sectatrix</i>    | E        | R   |    | R   |      |       |     |    |     | R    |       |      | R   |

Tabla 8. RIQUEZA DE ESPECIES Y ABUNDANCIA DE PECES ARRECIFALES. Se presenta una lista de las especies de peces arrecifales registradas en los arrecifes del sur de Quintana Roo, así como una estimación de su abundancia por región con base en la densidad de peces. Las letras indican los siguientes porcentajes de densidad: R=Rara < 1%, E=Escasa 1-5%, C=Común >5-10%, A=Abundante >10-20% y D=Dominante >20%.

| FAMILIA           | GENERO                | ESPECIE              | REGIONES            |     |    |     |      |       |     |    |     |      |       |      |     |   |
|-------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|-----|----|-----|------|-------|-----|----|-----|------|-------|------|-----|---|
|                   |                       |                      | XIII                | XIV | XV | XVI | XVII | XVIII | XIX | XX | XXI | XXII | XXIII | XXIV | XXV |   |
| Labridae          | <i>Bodianus</i>       | <i>rufus</i>         | R                   | E   | R  | R   | R    | R     | R   | R  | R   | R    | R     | R    | R   |   |
|                   | <i>Clepticus</i>      | <i>parrai</i>        | E                   | C   | E  | E   |      | R     | E   | E  |     | A    | C     | R    | A   |   |
|                   | <i>Halichoeres</i>    | <i>bivittatus</i>    | R                   | E   | R  | R   | E    | R     | E   | R  |     |      | E     | E    | E   | E |
|                   |                       | <i>cyanocephalus</i> | R                   |     |    |     | R    |       |     |    |     |      |       |      |     |   |
|                   |                       | <i>gamoti</i>        | C                   | A   | E  | E   | E    | A     | E   | C  | E   | E    | E     | E    | E   |   |
|                   |                       | <i>maculipinna</i>   | E                   |     | R  | R   | R    |       | R   |    |     | R    | R     | R    | R   |   |
|                   |                       | <i>pictus</i>        |                     |     | R  | R   |      |       |     |    |     |      |       |      |     |   |
|                   |                       | <i>poeyi</i>         | E                   |     |    | R   | R    | R     |     |    |     |      |       |      |     |   |
|                   |                       | <i>radiatus</i>      | R                   | R   | R  |     | R    |       | R   |    |     |      | R     |      |     |   |
|                   | <i>Hemipteronotus</i> | <i>martinicensis</i> | R                   |     |    |     | R    | E     |     |    |     |      |       |      |     |   |
|                   | <i>Lachnolaimus</i>   | <i>maximus</i>       |                     |     |    |     |      |       |     |    |     |      |       | R    | R   |   |
|                   | <i>Thalassoma</i>     | <i>bifasciatum</i>   | A                   | A   | D  | D   | A    | D     | A   | A  | A   | D    | A     | D    | D   |   |
|                   | Lutjanidae            | <i>Lutjanus</i>      | <i>analís</i>       | R   | R  |     | R    |       |     |    |     |      | R     |      | R   |   |
| <i>apodus</i>     |                       |                      | E                   | R   | R  | R   | E    |       | R   | R  | R   | R    | E     | R    | R   |   |
| <i>griseus</i>    |                       |                      | R                   |     |    |     |      |       |     |    | R   |      |       |      |     |   |
| <i>mahogoni</i>   |                       |                      |                     |     |    |     |      |       | R   |    |     | R    | R     |      |     |   |
| <i>Ocyurus</i>    |                       | <i>chrysurus</i>     | E                   | R   | E  | R   | R    | R     | R   | E  | R   | R    | R     | R    | R   |   |
| Malacanthidae     | <i>Malacanthus</i>    | <i>plumieri</i>      | R                   |     |    |     |      |       |     |    |     |      |       |      |     |   |
| Mullidae          | <i>Pseudupeneus</i>   | <i>maculatus</i>     |                     | R   | R  | R   | E    | R     | R   | R  |     | R    |       | R    |     |   |
|                   | <i>Mulloidichthys</i> | <i>martinicus</i>    | R                   |     |    |     |      |       | R   | R  |     | R    |       |      |     |   |
| Muraenidae        | <i>Gymnothorax</i>    | <i>funeris</i>       |                     |     |    |     |      |       | R   |    |     | R    |       |      |     |   |
|                   |                       | <i>moringa</i>       |                     |     |    |     |      |       |     | R  |     |      | R     |      |     |   |
|                   |                       | <i>vicinus</i>       |                     |     |    |     |      |       |     |    |     | R    |       |      |     |   |
| Ostraciidae       | <i>Lactophrys</i>     | <i>bicaudalis</i>    | R                   |     |    |     |      |       |     |    |     |      | R     |      |     |   |
|                   |                       | <i>poligonia</i>     |                     |     |    |     |      |       |     |    |     | R    |       |      |     |   |
|                   |                       | <i>quadricomis</i>   |                     |     |    |     |      | R     |     |    |     |      |       |      |     |   |
|                   |                       | <i>triqueter</i>     |                     |     |    |     | R    |       |     |    |     |      |       | R    |     |   |
| Pempheridae       | <i>Pempheris</i>      | <i>schomburgki</i>   | R                   | R   |    | A   | R    |       | R   |    |     |      |       |      |     |   |
| Pomacanthidae     | <i>Holacanthus</i>    | <i>bermudensis</i>   |                     |     | R  |     |      |       | R   |    |     |      | R     | R    |     |   |
|                   |                       | <i>ciliaris</i>      | R                   | R   | R  |     |      | R     | R   |    |     | R    | R     | R    |     |   |
|                   |                       | <i>tricolor</i>      | R                   | R   | R  | R   | R    | E     | R   | R  | E   | R    | R     | R    | R   |   |
|                   | <i>Pomacanthus</i>    | <i>arcuatus</i>      | R                   | R   |    | R   | R    | R     | R   | R  | R   | R    | R     | R    | R   |   |
|                   |                       | <i>paru</i>          | R                   | R   | R  | R   | R    |       |     | R  |     |      |       | R    | R   |   |
| Pomacentridae     | <i>Abudefduf</i>      | <i>saxatilis</i>     | E                   | R   | R  | R   | E    |       | R   |    |     | E    | R     | E    | E   |   |
|                   |                       | <i>Chromis</i>       | <i>cyanea</i>       | E   | E  | C   | A    | C     | C   | C  | C   | C    | C     | A    | C   | C |
|                   |                       | <i>insolata</i>      |                     |     | R  |     |      | R     | R   | R  | R   | R    | E     | R    | R   |   |
|                   |                       | <i>multilineata</i>  | E                   | R   |    | R   |      |       |     |    |     |      |       |      |     |   |
|                   | <i>Microspathodon</i> | <i>chrysurus</i>     | R                   | R   | R  | E   | R    |       | R   | E  | R   | R    | E     | E    | E   |   |
|                   | <i>Stegastes</i>      | <i>diencaeus</i>     |                     | R   | E  | R   |      |       | R   | E  | R   | R    | E     | E    | E   | R |
|                   |                       | <i>dorsopunicans</i> | R                   | E   | E  | R   | R    |       | R   | R  | R   | E    | E     | E    | E   |   |
|                   |                       | <i>fuscus</i>        | R                   | R   | E  | E   | E    |       | E   | R  | R   | E    | E     | E    | E   |   |
|                   |                       | <i>leucosticus</i>   | R                   | R   | R  | R   | R    |       | R   | R  | C   | R    | R     | R    | R   |   |
|                   |                       | <i>partitus</i>      | C                   | A   | C  | C   | E    | A     | E   | C  | A   | E    | C     | C    | C   |   |
|                   |                       | <i>planifrons</i>    | R                   |     | E  | E   | R    | E     | E   | E  | C   | E    | E     | E    | E   |   |
|                   |                       | <i>variabilis</i>    | R                   | R   | R  | R   | E    |       | R   | R  | R   | R    | R     | R    | R   |   |
|                   | Pomadasyidae          | <i>Anisotremus</i>   | <i>surinamensis</i> |     |    | R   |      |       |     |    |     |      |       |      | R   |   |
| <i>virginicus</i> |                       |                      | R                   |     | R  | E   | R    |       | R   | R  | R   | R    |       | R    | R   |   |
| <i>Haemulon</i>   |                       | <i>aurolineatum</i>  | R                   |     |    |     | R    |       |     |    |     |      |       |      | R   |   |
|                   |                       | <i>carbonarium</i>   | E                   | R   |    | R   | E    |       | R   | R  |     | R    | R     | R    | R   |   |
|                   |                       | <i>flavolineatum</i> | E                   | E   | E  | R   | R    | C     | R   | R  | R   | E    | R     | E    | E   |   |
|                   |                       | <i>macrostomum</i>   | R                   |     |    |     |      |       |     |    |     |      |       |      | R   |   |
|                   |                       | <i>melanurum</i>     |                     |     | R  |     |      |       |     |    |     |      |       |      |     |   |
|                   |                       | <i>parrai</i>        |                     |     |    |     |      |       |     | R  | R   |      | R     |      |     |   |
|                   |                       | <i>plumieri</i>      | R                   | E   | R  | R   | R    | R     | R   | R  |     | R    | R     | R    |     |   |
|                   |                       | <i>sciurus</i>       | R                   | R   | R  | R   | R    |       | R   |    | R   | R    | R     | R    | R   |   |
| <i>striatum</i>   |                       |                      |                     |     |    |     |      | R     |     |    |     |      | R     |      |     |   |

Tabla 8. CONTINUA. RIQUEZA DE ESPECIES Y ABUNDANCIA DE PECES ARRECIFALES



Tabla 8. CONTINUA. RIQUEZA DE ESPECIES Y ABUNDANCIA DE PECES ARRECIFALES

| FAMILIA                                    | GENERO               | ESPECIE             | REGIONES |     |     |     |      |       |     |    |     |      |       |      |     |
|--------------------------------------------|----------------------|---------------------|----------|-----|-----|-----|------|-------|-----|----|-----|------|-------|------|-----|
|                                            |                      |                     | XIII     | XIV | XV  | XVI | XVII | XVIII | XIX | XX | XXI | XXII | XXIII | XXIV | XXV |
| Priacanthidae                              | <i>Priacanthus</i>   | <i>arenatus</i>     |          |     |     |     |      |       |     |    |     |      | R     |      |     |
| Scaridae                                   | <i>Scarus</i>        | <i>coelestinus</i>  |          |     |     |     |      |       |     | R  |     |      |       |      |     |
|                                            |                      | <i>iserti</i>       | R        | R   | E   | R   | E    | E     | R   | E  | R   | R    | R     | R    | R   |
|                                            |                      | <i>taeniopterus</i> | E        | E   | C   | E   | E    | E     | E   | R  | E   | E    | E     | E    | E   |
|                                            |                      | <i>vetula</i>       |          |     |     |     |      |       | R   | R  |     | R    |       |      |     |
|                                            | <i>Sparisoma</i>     | <i>atomarium</i>    | E        | E   | R   | R   | E    | R     | R   | R  |     |      |       | R    |     |
|                                            |                      | <i>aurofrenatum</i> | R        | E   | R   | E   | E    | E     | E   | E  | E   | E    | E     | E    | E   |
|                                            |                      | <i>chrysopteron</i> |          |     | R   |     |      |       |     |    |     | R    |       |      | R   |
|                                            |                      | <i>radians</i>      | R        | R   | R   | R   | R    | R     |     |    |     |      |       |      | R   |
|                                            |                      | <i>rubripinne</i>   | R        | R   | R   |     | R    | R     | R   |    |     | R    | R     | R    | R   |
| <i>viride</i>                              | E                    | E                   | E        | R   | R   | R   | R    | E     | R   | E  | R   | E    | E     |      |     |
| Scombridae                                 | <i>Scomberomorus</i> | <i>regalis</i>      | R        |     |     |     |      |       |     |    |     |      |       |      |     |
| Scorpaenidae                               | <i>Scorpaena</i>     | <i>plumieri</i>     |          |     |     | R   |      |       |     |    |     |      |       | R    |     |
| Sciaenidae                                 | <i>Equetus</i>       | <i>acuminatus</i>   |          | R   |     | R   | E    |       |     |    |     |      |       |      |     |
|                                            |                      | <i>punctatus</i>    | R        |     |     |     |      | R     |     | R  |     | R    |       |      |     |
| Serranidae                                 | <i>Cephalopholis</i> | <i>cruentatum</i>   | R        |     | R   | R   | R    |       | R   | R  | R   | R    | R     | R    |     |
|                                            |                      | <i>fulva</i>        | R        | R   | E   | R   | R    | E     | R   | E  | R   | R    | R     | R    |     |
|                                            | <i>Epinephelus</i>   | <i>adscensionis</i> |          |     |     |     |      |       | R   |    |     |      |       |      |     |
|                                            |                      | <i>guttatus</i>     | R        | R   | R   |     |      |       | R   | R  |     | R    | R     | R    |     |
|                                            |                      | <i>striatus</i>     |          |     |     |     |      |       |     |    |     | R    | R     | R    |     |
|                                            | <i>Hypoplectrus</i>  | <i>chlorurus</i>    |          |     |     |     | R    |       |     |    |     |      |       |      |     |
|                                            |                      | <i>guttavarius</i>  | R        |     |     | R   | R    |       |     |    |     | R    |       | R    |     |
|                                            |                      | <i>nigricans</i>    |          |     |     |     |      |       | R   | R  |     |      | R     | R    |     |
|                                            |                      | <i>puella</i>       | R        |     | R   | R   | R    |       | R   | R  | R   | R    |       | R    |     |
|                                            |                      | sp.                 |          |     |     |     |      |       |     |    |     |      |       | R    |     |
|                                            |                      | <i>unicolor</i>     |          |     | R   | R   |      |       |     | R  |     |      |       |      |     |
|                                            | <i>Liopropoma</i>    | <i>rubre</i>        |          |     |     |     |      |       | R   |    |     |      |       | R    |     |
|                                            | <i>Mycteroperca</i>  | <i>intertialis</i>  |          |     |     |     |      |       | R   |    |     |      |       |      |     |
|                                            | <i>Serranus</i>      | <i>baldwini</i>     |          | R   |     |     |      |       |     |    |     |      |       |      |     |
|                                            |                      | <i>tabacarius</i>   | R        | R   |     |     | R    | R     | R   | R  |     |      |       | R    |     |
| <i>tigrinus</i>                            |                      | E                   | E        | R   | R   | R   | R    | R     | R   | R  | R   | R    | R     |      |     |
| <i>tortugarum</i>                          |                      |                     |          |     |     |     |      |       | E   |    |     |      |       |      |     |
| Sphyraenidae                               | <i>Sphyraena</i>     | <i>barracuda</i>    | R        |     |     | R   |      |       |     |    |     |      |       |      |     |
| Tetraodontidae                             | <i>Canthigaster</i>  | <i>rostrata</i>     | R        | R   | R   | R   | R    | R     | R   | R  | R   |      | R     |      |     |
| <b>CLASE CHONDRICHTHYES</b>                |                      |                     |          |     |     |     |      |       |     |    |     |      |       |      |     |
| Carcharhinidae                             | <i>Negaprion</i>     | <i>brevirostris</i> |          |     |     |     |      |       |     |    |     |      | R     |      |     |
| Dasyatidae                                 | <i>Dasyatis</i>      | <i>americana</i>    |          |     |     |     |      |       |     | R  |     |      |       |      |     |
| Mobulidae                                  | <i>Manta</i>         | <i>birostris</i>    |          |     |     |     |      |       |     |    |     | R    |       |      |     |
| Rhincodontidae                             | <i>Ginglymostoma</i> | <i>cirratum</i>     |          |     |     |     |      |       |     | R  |     |      |       |      |     |
| Myliobatidae                               | <i>Aetobatus</i>     | <i>narinari</i>     |          | R   |     |     |      |       |     |    |     |      |       |      |     |
| TOTAL DE ESPECIES POR REGION               |                      |                     | 81       | 66  | 72  | 74  | 71   | 53    | 76  | 62 | 48  | 69   | 61    | 75   | 69  |
| TOTAL DE DENSIDAD POR REGION (colonias/m2) |                      |                     | 1.3      | 2.7 | 1.8 | 2   | 1.3  | 1.7   | 1.8 | 1  | 1.2 | 1.3  | 1.5   | 1    | 1.3 |

Tabla 8. CONTINUA:RIQUEZA DE ESPECIES Y ABUNDANCIA DE PECES ARRECIFALES. Se presenta una lista de las especies de peces arrecifales registradas en los arrecifes del sur de Quintana Roo, así como una estimación de su abundancia por región con base en la densidad de peces. Las letras indican los siguientes porcentajes de densidad: R=Rara < 1%, E=Escasa 1-5%, C=Común >5-10%, A=Abundante >10-20% y D=Dominante >20%.

| REGIONES | ZONA ARRECIFAL        | No. ESPECIES | DENSIDAD<br>(individuos/m <sup>2</sup> ) | DIVERSIDAD<br>(H') |
|----------|-----------------------|--------------|------------------------------------------|--------------------|
| XIII     | Arrecife Posterior    | 30           | 2.1                                      | 2.88               |
|          | Rompiente Arrecifal   | 35           | 0.95                                     | 2.89               |
|          | Transición Barlovento | 31           | 1.01                                     | 2.46               |
|          | Frontal Interior      | 25           | 0.91                                     | 2.65               |
|          | Frontal Exterior      | 43           | 1.95                                     | 3.12               |
| XIV      | Arrecife Posterior    | 29           | 1.47                                     | 2.67               |
|          | Rompiente Arrecifal   | 9            | 0.4                                      | 1.65               |
|          | Transición Barlovento | 28           | 1.21                                     | 2.51               |
|          | Frontal Interior      | 47           | 2.63                                     | 2.87               |
|          | Frontal Exterior      | 31           | 0.79                                     | 2.82               |
| XV       | Arrecife Posterior    | 29           | 1.93                                     | 2.33               |
|          | Rompiente Arrecifal   | 30           | 1.15                                     | 2.71               |
|          | Transición Barlovento | 21           | 1.03                                     | 1.67               |
|          | Frontal Interior      | 39           | 2.61                                     | 2.9                |
|          | Frontal Exterior      | 35           | 3.18                                     | 2.5                |
| XVI      | Arrecife Posterior    | 33           | 1.51                                     | 2.37               |
|          | Rompiente Arrecifal   | 31           | 3.06                                     | 1.83               |
|          | Transición Barlovento | 26           | 1.18                                     | 1.98               |
|          | Frontal Interior      | 44           | 1.69                                     | 3.08               |
|          | Frontal Exterior      | 41           | 2.68                                     | 2.55               |
| XVII     | Arrecife Posterior    | 32           | 1.47                                     | 2.55               |
|          | Rompiente Arrecifal   | 18           | 0.71                                     | 2.18               |
|          | Transición Barlovento | 26           | 1.25                                     | 2.88               |
|          | Frontal Interior      | 41           | 1.55                                     | 3.24               |
|          | Frontal Exterior      | 24           | 1.2                                      | 2.39               |
| XVIII    | Transición Barlovento | 31           | 1.75                                     | 2.48               |
|          | Frontal Interior      | 39           | 1.92                                     | 2.87               |
|          | Frontal Exterior      | 15           | 1.57                                     | 1.89               |
| XIX      | Arrecife Posterior    | 37           | 1.05                                     | 2.626              |
|          | Rompiente Arrecifal   | 23           | 3.49                                     | 1.129              |
|          | Transición Barlovento | 42           | 1.01                                     | 2.511              |
|          | Frontal Interior      | 45           | 1.86                                     | 2.608              |
|          | Frontal Exterior      | 43           | 1.72                                     | 2.505              |
| XX       | Transición Barlovento | 33           | 1.05                                     | 2.57               |
|          | Frontal Interior      | 42           | 2.59                                     | 1.68               |
|          | Frontal Exterior      | 43           | 1.15                                     | 2.85               |
| XXI      | Transición Barlovento | 33           | 1.26                                     | 2.501              |
|          | Frontal Interior      | 22           | 0.88                                     | 2.399              |
|          | Frontal Exterior      | 25           | 1.68                                     | 1.985              |
| XXII     | Arrecife Posterior    | 39           | 1.27                                     | 2.881              |
|          | Rompiente Arrecifal   | 22           | 0.7                                      | 1.953              |
|          | Transición Barlovento | 38           | 0.87                                     | 2.911              |
|          | Frontal Interior      | 39           | 2.17                                     | 1.698              |
|          | Frontal Exterior      | 29           | 1.87                                     | 2.363              |
| XXIII    | Arrecife Posterior    | 30           | 1.05                                     | 2.629              |
|          | Rompiente Arrecifal   | 28           | 1.14                                     | 2.001              |
|          | Transición Barlovento | 38           | 1.73                                     | 2.311              |
|          | Frontal Interior      | 32           | 1.1                                      | 2.508              |
|          | Frontal Exterior      | 39           | 2.87                                     | 2.243              |
| XXIV     | Arrecife Posterior    | 35           | 0.85                                     | 2.673              |
|          | Rompiente Arrecifal   | 20           | 0.77                                     | 1.937              |
|          | Transición Barlovento | 38           | 1                                        | 2.512              |
|          | Frontal Interior      | 44           | 0.85                                     | 2.911              |
|          | Frontal Exterior      | 42           | 1.53                                     | 2.574              |
| XXV      | Arrecife Posterior    | 35           | 1.27                                     | 2.578              |
|          | Rompiente Arrecifal   | 32           | 1.07                                     | 2.435              |
|          | Transición Barlovento | 42           | 1.23                                     | 2.466              |
|          | Frontal Interior      | 42           | 1.12                                     | 2.724              |
|          | Frontal Exterior      | 35           | 1.95                                     | 2.12               |

Tabla 9. PARAMETROS DE LA COMUNIDAD DE PECES ARRECIFALES. Se presentan los valores estimados de número de especies, densidad y diversidad (Shannon-Wiener) de peces arrecifales por zona y región en los arrecifes del sur de Quintana Roo.

En general, los arrecifes del sur de Quintana Roo, cuentan todavía con áreas bien conservadas. Algunas zonas cuentan con un desarrollo arrecifal notable donde existen varias especies de flora y fauna marina, como en el Ubero, Chahuay, Punta Herrero y Xcalak. Otras son importantes sitios de pesca y en otras se encuentran restos de barcos naufragados. Todo esto representa un vasto patrimonio natural y cultural con múltiples riquezas susceptibles de ser aprovechadas para el desarrollo sustentable de Quintana Roo.

De esta manera, a partir de los resultados del presente trabajo se realizó la propuesta de manejo del sistema arrecifal con el planteamiento de 3 nuevas Áreas Marinas Protegidas en Uaymil, Majahual y Xcalak (ver Figura 1).

Aún cuando prácticamente no existen asentamientos humanos a lo largo de la costa, la relativa cercanía de la ciudad de Chetumal y poblados como Majahual y Xcalak, determinan que se haga un uso intensivo de los arrecifes del sur de Quintana Roo. Además, es importante señalar que estos arrecifes cuentan con un desarrollo y belleza que los hacen un foco de atención del turismo nacional y extranjero, que practican el buceo y la pesca deportiva. Existen ya sitios que ofrecen estas actividades a quienes gustan de conocer lugares poco perturbados y sería conveniente establecer control de los lugares a visitar y actividades a realizar de acuerdo a las características de cada zona.

Este trabajo no constituye un inventario completo de la comunidad arrecifal. Estudios posteriores requieren aproximar los tamaños poblacionales de ciertas especies de peces para evaluar el efecto de la pesca e implementar las medidas necesarias para lograr establecer un uso sustentable de este valioso recurso, así como las relaciones ecológicas de diversas especies que pueden servir de indicadoras de impacto ambiental.

#### AGRADECIMIENTOS

Al The Nature Conservancy y la Agencia Internacional para el Desarrollo quienes proporcionaron los fondos para la ejecución del proyecto. Al personal e instituciones que nos brindaron alojamiento, alimentos y servicios náuticos y de buceo: Delegación Municipal de Xcalak, Quintana Roo (Adolfo Acevedo Young), Hotel Costa de Cocos (Dave y María Randall), Aventuras Chinchorro (Tomas Veller), Gaspar Torres y Rafael Gaspar (Río Huache), Jorge Traba y el "Huarache" (Tanquilá), Luis Martínez, Vicente López y Rubén López (Rancho Puerto Angel). A Luis Jiménez Cauich (Amigos de Sian Ka'an) quien elaboró los mapas y figuras.

# LITERATURA CITADA

- Bayer, F.M. 1961. The Shallow Water Octocorallia of the West Indian Region. Martinus Nijhoff. The Hague, 373 pp.
- Botero, I. 1990. Quantitative structure of gorgonian communities in Tayrona National Park, caribbean coast of Colombia. An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 17(1): 73-88.
- Brock, V. E. 1954. A preliminary report a method of estimating reef fish populations. J. Wild. Manag. 18:297-308.
- Burke, R. D. 1982. Reconnaissance study of the geomorphology and benthic communities of the outer reef platform, Belize. In: Rutzler y Macintyre (Eds. ), 1982. The Atlantic Barrier Reef Ecosystem at Carrie Bow Cay, Belize, I: structure and communities. Smithsonian contributions to the marine sciences. Num. 12, 539 pp.
- Cabrera Cano, E. F. y A. M. Sánchez Vázquez. 1994. Comunidades Vegetales en la Frontera México-Belice. Vol. IV (Recursos Naturales). Centro de Investigaciones de Quintana Roo (Ed.). 1994. Chetumal, Quintana Roo, México.
- Cairns, S. 1977. Guide to the commoner shallow-water gorgonians (Sea whips, sea feathers and sea fans) of Florida, The Gulf of Mexico and The Caribbean Region. Sea Grant Field Guide Series number 6. University of Miami. Sea Grant Program. 74 pp.
- Castañares, L. y Soto, L. 1982. Estudios sobre los corales escleractinios hermatípicos de la costa noreste de la península de Yucatán, México. I. Sinopsis taxonómica de 38 especies. (Cnidaria:Anthozoa:Scleractinia). An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 9 :295-344.
- Dawes, C. J. 1986. Botánica Marina. Editorial Limusa. México. 673 pp.
- Done, T.J. 1981. Rapid, large area, reef resource surveys using a manta board. Proc. of the 4<sup>th</sup> Intern. Coral Reef Symp. Manila, 1: 299-307.
- García, E. 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koepen para adaptarlo a las condiciones particulares de la República Mexicana. Offset Larios. México. 246 pp.
- García, G. 1996a. La Poza de Xcalak. Una Estructura Arrecifal Unica. Amigos de Sian Ka'an Boletín 15, julio. pp 16-20.
- García, G., Loreto, R. M. y Lara, M. 1996b. Caracterización de Arrecifes de la Zona de Xcalak. Sian Ka'an Serie Documentos No. 5. pp. 26-45.
- Greenberg, J. and I. Greenberg. 1977. Guide to corals and fishes of Florida. The Bahamas and The Caribbean. Seahawk Press. Miami Florida. 64 pp.
- Guilcher, A. 1988. Coral Reef Geomorphology. John Wiley & Sons. 228 pp.
- Gutiérrez, D., García Sáez, C., Lara, M., Padilla, C., Pizaña, J., Macías. 1993. Caracterización de Arrecifes Coralinos de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. Sian Ka'an Serie Documentos No.1. pp. 1-47.
- Gutiérrez, D., Lara, M., Padilla, C., Pizaña, J., García, G., Loreto, R. y T. Camarena. 1995. Caracterización de Arrecifes Coralinos en el Corredor Cancún-Tulum, Quintana Roo, México. Sian Ka'an Serie Documentos No. 4. pp. 3-39.
- Humann, Paul. 1993. Reef Coral Identification. Ned DeLoach, Jacksonville, Fla. 239 pp.
- Humann, Paul. 1994. Reef Fish identification. New World Pubs. Inc. 2<sup>a</sup>. Edition. 267 pp.
- IUCN/UNEP, 1988. Coral Reefs of the World. In: Susan M. Wells. (Ed.). Vol. 1: Atlantic and Eastern Pacific. United Nations Environment Program. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN).
- Lara, M. 1996. Arrecifes Coralinos de Quintana Roo (en revisión).
- Littler, D. S., M. M. Littler, K. E. Bucher and J. N. Norris. 1989. Marine plants of the Caribbean. Washington Press. 263 pp.
- López-Ramos, E. 1973. Estudio Geológico de la Península de Yucatán. Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol., XXV (1-3): 25-76.
- Loya, Y. 1972. Community structure and species diversity of hermatypic corals at Eilat, Red Sea. Mar. Biol., 13: 100-23.
- Merino, M. 1986. Aspectos de la circulación costera superficial del Caribe Mexicano con base en observaciones utilizando tarjetas de deriva. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 15(2):49-66 (1988).
- Merino, M. y L. Otero. 1991. Atlas Ambiental Costero. Puerto Morelos, Quintana Roo. CONACYT, UNAM Y CIQRO. 80 pp. + 1 Carta.
- Milliman, J. D. 1973. Caribbean coral reefs. In: O. A. Jones & R. Endean. Biology and Geology of Coral Reefs. Vol. I. 1-50.
- Nolasco-Montero E. y A. Carranza-Edwards. 1988. Estudio sedimentológico regional de playas de Yucatán y Quintana Roo, México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 15(2):49-66 (1988).
- Padilla, C., D. Gutiérrez, M. Lara y C. García. 1992. Coral Reefs of the Biosphere Reserve of Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Proc. 7<sup>th</sup> Intern. Coral Reef Symp., Guam, 1992, Vol. 2. pp. 986-992.
- Porter, J. W. 1972. Patterns of species diversity in Caribbean Coral Reefs. Ecology 53 (4):668-673.
- Rice, S. A. y C. L. Hunter. 1992. Effects of suspended sediment and burial on scleractinian corals from West Central Florida patch reefs. Bull. Mar. Sci., 51(3): 429-442.
- Robles Ramos, R. 1950. Apuntes sobre la Morfología de Yucatán. Bol. Soc. Mex. Geogr. Estad. 69 (3): 113-134.
- Rützler, K. y I.G. Macintyre, 1982. The Habitat Distribution and Community Structure of the Barrier Reef Complex at Carrie Bow Cay, Belize. Smith. Contrib. Mar. Sci. 12: 9-45.
- Smith, F. G. W. 1972. Atlantic Reef corals. A handbook of comonn Reef and shallow-water corals of Bermuda, The Bahamas, Florida, The West Indies and Brazil. University of Miami Press. 164 pp.
- Taylor, W. R. 1960. Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas. University Michigan Press, Ann Arbor. 96 pp.
- Tunnell, Jr. J. W., A. A. Rodriguez, R. L. Lehman y C. R. Beaver. 1993. An ecological characterization of the southern Quintana Roo Coral Reef System. Center for Coastal Studies Texas A & M University. Corpus Christi, USA. 161 pp.
- Wynne, M. J. 1986. A checklist of benthic marine algar of the tropical and subtropical western Atlantic.

# Estimación de la Tasa de Deforestación y Cambio de Uso del Suelo en las Reservas Sian Ka'an - Uaymil, Quintana Roo, México, 1984-1995

Angel. A. Loreto Viruel, Gerardo Castillo Arenas, Jorge Carranza Sánchez y Edgar Cabrera Cano  
AMIGOS DE SIAN KA'AN A. C. AP 770, Cancún, Q. Roo CP 77511. México. Amigos@amigosdesiankaan.org

## RESUMEN

Con apoyo de Sistemas de Información Geográfica (SIG) se realizó el análisis de imágenes de satélite de la serie Landsat TM para determinar los tipos y superficies de los diferentes usos de suelo, en una superficie total 1,228,071 ha. para 1984 y 1995.

La información de ambos años referente a la caracterización de los tipos de asociaciones vegetales presentes, un recuento de la historia demográfica de la región y las actividades predominantes, se sobrepuso para obtener cualitativa y cuantitativamente el cambio de la superficie vegetal y hacer una estimación de la tasa de deforestación anual para la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an y el Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil, así como los ejidos de la llamada zona de cooperación y áreas aledañas.

La tasa de deforestación del área de estudio se estimó en 0.209% anual y se calculó también por predio y por tipo de tenencia de la tierra. En las tierras ejidales fue de 0.536% anual y en las áreas protegidas la tasa de deforestación fue de 0.373%, indicando un incremento en la cubierta vegetal durante el periodo del estudio.

**PALABRAS CLAVE:** SIAN KA'AN, EJIDOS, ASOCIACIÓN VEGETAL, DEFORESTACION, USO DE SUELO, MEXICO.

## ABSTRACT

Landsat TM image analysis with the support of Geographical Information Systems (GIS) was used to determine vegetation cover and land use in 1,228,071 ha. for 1984 and 1995. Information overlap of vegetation types, demographic history and predominant activities of the area, resulted in an estimation of the vegetation surface and deforestation rate in the Sian Ka'an Biosphere Reserve, and Uaymil Flora and Fauna Protection Area, and the communal lands in the cooperation zone and areas bordering the Biosphere Reserve.

The estimated deforestation annual rate for the entire area was 0.209%. However the rate of deforestation in communal lands was estimated at 0.536% annually while in the protected areas the rate of deforestation decreased by 0.373% indicating an increase in vegetative cover in the protected area during the study period.

**KEY WORDS:** SIAN KA'AN, COMMUNAL LAND "EJIDOS", DEFORESTATION, LAND USE, MEXICO.

## INTRODUCCIÓN

Quintana Roo es uno de los estados con mayor cobertura forestal según los datos del Inventario Nacional Forestal Periódico de 1994, éste señala que ocupa el primer lugar en cuanto a superficie de selvas altas y medianas con 1.16 mill. de ha, además de 0.08 mill. de ha de selvas bajas y 1.2 mill./ha de otras asociaciones, todo esto nos da un total de 3.16 mill./ha lo que representa el 5.6% de la superficie forestal total de México (SARH, 1994) y el 62.8% del territorio estatal.

A partir de la década de los setentas las áreas perturbadas se han incrementado de una forma acelerada, diversos factores han contribuido a alterar el 33% de la superficie total del Estado en los últimos 20 años (Carranza et al 1996).

Una de las herramientas para la conservación es el establecimiento de Áreas Naturales Protegidas (ANP) y de instituciones que pugnen por un aprovechamiento racional de acuerdo a las condiciones económicas y culturales de cada región.

Situada en la costa central del Estado de Quintana Roo, la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an fue decretada en 1986 con una superficie de 528,147.66 ha de la cual el 30% (159,260ha) era ambiente marino, pero que fue extendida en 1994 por la creación del Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil con 89,118.15 ha y en 1998 por el establecimiento de la Reserva de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an (34,927.15 ha).

En la actualidad suma 459,362.05 ha de ambientes continentales que representan el 9.18% de la superficie total del Estado.

La densidad de población dentro de la Reserva es muy baja; sólo hay dos comunidades pequeñas dedicadas a la pesca de langosta (especie de gran importancia comercial) una localizada en Punta Allen y la otra en Punta Herrero (Palacios et al. 1991). En su límite occidental, se encuentra rodeada por 17 ejidos de distinto origen y extensión, con población predominantemente maya y dedicada a actividades forestales y agricultura de subsistencia principalmente, existen también algunas propiedades privadas con población variable

### ANTECEDENTES

La explotación forestal de las zonas cálido-húmedas de México, se inició durante la época de la colonia con un aprovechamiento maderable con fines comerciales, como un pago tributario que la Nueva España hacía a la corona española o por compañías extranjeras, principalmente inglesas, que realizaban el aprovechamiento del palo de tinte. Casi al mismo tiempo se inició la explotación de las maderas preciosas, como la caoba y el cedro. Posteriormente la explotación del chicozapote con el fin de extraer el látex (chicle) a fines del siglo XIX. Desde la conquista y hasta principios

de la época independiente esta región del país permaneció casi deshabitada, durante la Guerra Social Maya (1847-1901) muchos indígenas se refugiaron en estas tierras de difícil acceso e inclusive establecieron su capital en Chan Santa Cruz (hoy Felipe Carrillo Puerto).

Por otro lado, los primeros registros de habitantes de los poblados costeros en la reserva datan de 1910, en los cuales se censó una población de 44 habitantes para Bahía de la Ascensión (Punta Allen); para los años setenta el crecimiento es muy limitado, puesto que la producción de la copra va en vías de retroceso, aunado al constante riesgo de los ciclones, provocan la existencia de escasas localidades.

La colonización ejidal en el área de estudio comienza en forma definida en 1935 durante el gobierno de Lázaro Cárdenas quien fomentara la creación de ejidos para realizar los programas de colonización, abrir nuevas tierras de cultivo y "aliviar un poco la presión que se está ejerciendo en los suelos agrícolas de áreas neurálgicas del país"; se relacionan directamente a Quintana Roo con el programa de desmontes (CIQRO/UNAM 1980).

En 1996 Amigos de Sian Ka'an A. C. realizó el trabajo Análisis Cartográfico del Cambio de Uso de Suelo en la Península de Yucatán; evaluando la utilidad de la cartografía existente para la estimación del cambio en el uso del suelo en los tres estados de la Península así como en la R. B. Sian Ka'an, A.P.F.F. Uaymil; la R. B. Calakmul y las entonces Reservas Especiales de la Biosfera Ría Lagartos y Ría Celestún.

Se concluyó, entre otras cosas, que para el Estado de Quintana Roo el cambio de uso de suelo es equivalente al 31.9% del total de la superficie estatal, con respecto a una distribución teórica de la vegetación original, representado principalmente por áreas perturbadas, sin embargo, se considera que los cambios no deben ser tan marcados en los manglares, vegetación hidrófila y de sabana, ya que basándose en el conocimiento de la zona la vegetación no presenta este grado de perturbación, por lo que se estima que el cambio de uso de suelo es tan sólo del 28.7% (Carranza et al. 1996). Las discrepancias encontradas entre las fuentes de información durante el anterior trabajo hicieron ver la necesidad de realizar una valoración de la evolución de la cubierta vegetal, pero con herramientas más homogéneas; la imagen de satélite se consideró una buena opción tanto por su disponibilidad en diferentes fechas como por su gran cobertura de terreno que hace posible realizar evaluaciones en relativamente corto tiempo.

### ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se localiza en la región centro-oriental del estado de Quintana Roo, teniendo como coordenadas límites: 20°16'45" al N, 87°20'00" al E, 18°43'12" al S y 88°15'00" al W, cubre un área total de 1,228,071.03 ha. Desde el punto de vista fitogeográfico forma parte de la Provincia de la Península de Yucatán, en la Región Caribeña y dentro de la Región



La vegetación está constituida exclusivamente por asociaciones de clima cálido (Aw); éstas se distribuyen acorde con la geomorfología de la Península de Yucatán, la cual se considera como ondulada a sensiblemente plana.

Estas características físicas han permitido la sucesión espacial de asociaciones vegetales bien determinadas: del mar hacia tierra la presencia de dunas costeras, después zonas inundadas con manglar y otras especies hidrófilas, posteriormente zonas de transición con sabanas y selvas bajas inundables, siguiendo a éstas las selvas medianas.

En la R.B. Sian Ka'an y área de influencia se presenta el mismo gradiente.

De acuerdo a los resultados obtenidos, para 1995 alrededor de 797,841 ha (64%) es cubierto por los diferentes tipos de selvas; a entender: la selva mediana subperennifolia presente sobre todo en la parte occidental en las zonas de mayor elevación (entre 10 y 20 msnm); este tipo de vegetación presenta especies que llegan a alcanzar hasta 25m de altura y las dominantes pierden sus hojas en un 25 a 50% durante la Época más seca del año, entre los árboles que la componen se encuentran el chicozapote (*Manilkara zapota*), ramón (*Brosimum alicastrum*), chechem (*Metopium brownei*) y yaaxnik (*Vitex gaumeri*) entre otras; en las zonas de transición entre la selva mediana y las zonas inundadas así como en depresiones del terreno donde se acumula el agua durante la temporada de lluvias, se distribuye la selva baja inundable, no hay mucha disimilitud en cuanto a las especies que la componen con respecto al tipo de vegetación anterior, la diferencia se aprecia en la altura de la copa, aquí alcanza no más de 12m y el diámetro del tronco es más delgado, las especies que se pueden encontrar son: chicozapote (*Manilkara zapota*), zapotillo (*Pouteria unilocularis*), chechem blanco (*Cameraria latifolia*), palo de tinte (*Haematoxylon campechianum*), pucte (*Bucida buceras*), etc. y gran cantidad de epifitas.

En las zonas bajas donde la inundación es constante subsisten asociaciones como el tular y el manglar, la primera compuesta principalmente por el tule (*Typha domingensis*), la otra por las especies mangle rojo (*Rhizophora mangle*), blanco (*Laguncularia racemosa*), negro (*Avicennia nitida*) y botoncillo (*Conocarpus erectus*), que se pueden presentar como grandes conjuntos de una sola especie o combinados entre sí, llamándosele entonces manglar mixto; el carrizal, el tasistal y el seibadal son otro tipo de comunidades presentes en esta franja que se puede constituir tanto tierra adentro como en la orilla del litoral en contacto directo con las corrientes marinas siempre y cuando éstas no sean muy fuertes, lo cual es común en esta región por la existencia de la barrera arrecifal.

Una característica interesante de estas zonas de humedales, como en otras partes de la Península, es la presencia, entre ellas, de estructuras elevadas llamadas petenes, donde se puede observar vegetación arbórea de hasta 20m de altura propia de las selvas medianas,

buena parte de los petenes presenta un cenote en su centro; la vegetación hidrófila abarca 291,166 ha (23.7%) (fig. 8).

Finalmente la duna costera, como su nombre lo indica se limita a la franja de tierra en estrecha relación con el mar donde se observan especies resistentes a la alta salinidad (halófilas) y a los suelos arenosos, hasta hace algunos años el litoral estaba dominado en parte por la palma de coco (*Cocos nucifera*) pero el amarillamiento letal la aniquiló casi por completo; podemos identificar como especies representativas de esta zona entre rastreras, herbáceas y matorrales a: *Ambrosia hispida*, palma chit (*Thrinax radiata*), *Ernodea littoralis*, *Coccoloba uvífera* entre otras; la duna costera representa apenas el 0.5% de superficie terrestre de Sian Ka'an y menos del 0.1% del área de estudio (alrededor de 1,600 ha). Las áreas perturbadas, entre las que incluimos zonas agrícolas, vegetación secundaria y áreas sin vegetación aparente, suman 105,058.11 ha, es decir 8.55% de la superficie total del área de estudio; el restante 3% lo componen cuerpos de agua.

## TENENCIA DE LA TIERRA

En la zona estudiada y de acuerdo a los datos de la SRA, 47.112% está constituido por ejidos, 45.357% por terrenos nacionales; 4.9% por propiedades privadas y posesionarios irregulares, 4.45% no se especificaba su régimen y el resto por la zona federal de la Laguna Bacalar y el Parque Nacional Tulum.

## POBLACIÓN

De acuerdo a los datos del conteo de población de 1995, existían 90 localidades con 39,386 hab. en toda el área evaluada, lo que nos da una densidad de 3.2 hab/km<sup>2</sup>. Para 1990 el número de pobladores dentro de la reserva era de 783 personas, mismas que para 1995 se redujo a 292, significando una disminución de 62.71%. Los ejidos de la zona de cooperación se dividieron en tres periodos atendiendo al momento histórico y el tipo de dotación ejidal, la población total para 1990-1995 y por polígono ejidal se presenta en la figura 2.

| Ejido             | Hab 1990  | Hab 1995  | tasa crecimiento anual |
|-------------------|-----------|-----------|------------------------|
| R.Agraria         | 117.00    | 181.00    | 7.07                   |
| Sta.Isabel        | 37.00     | 51.00     | 5.49                   |
| Nohcah            | 92.00     | 85.00     | -1.65                  |
| San Arturo        | 266.00    | 274.00    | 0.58                   |
| Cuauhtémoc        |           |           |                        |
| Xconha            | 120.00    | 112.00    | -1.43                  |
| Andres Q.Roo      | 173.00    | 245.00    | 5.88                   |
| Kopchen           | 331.00    | 358.00    | 1.51                   |
| Pino Suarez       | 122.00    | 107.00    | -2.80                  |
| Tres Reyes        | 46.00     | 83.00     | 8.92                   |
| Tollocan          | 20.00     | 29.00     | 6.21                   |
| Cafetal           | 1,601.00  | 1,855.00  | 2.74                   |
| Tulum             | 2,154.00  | 3,603.00  | 8.04                   |
| Xhazil            | 1,635.00  | 1,840.00  | 2.23                   |
| F.Carrillo Puerto | 12,731.00 | 16,534.00 | 4.60                   |
| Xmaben            | 2,377.00  | 2,757.00  | 2.76                   |
| Chunyaxche        | 1,149.00  | 1,572.00  | 5.38                   |
| TOTAL             | 22,971.00 | 29,686.00 | 4.48                   |

Figura 2 Población por polígono ejidal (1990-95).

## TASA DE DEFORESTACIÓN Y CAMBIO DE USO DEL SUELO 1984-1995

Según el I.N.F.P. de 1994, la deforestación es la conversión de los terrenos arbolados de bosques o selvas naturales a otros usos; los factores que la ocasionan pueden ser los desmontes para aprovechamiento forestal, cambios de uso de suelo, incendios, plagas, tala ilegal y otros.

La tasa de deforestación (fig. 3) para la zona de estudio se calculó según la siguiente fórmula:

$$D = (F1 - F2) / (F1 * N) \times 100$$

Donde:

D = Tasa de deforestación (porcentaje anual)

F1 = Área forestal al principio del período

F2 = Área forestal al final del período

N = Número de años en el período

En la fig. 4 se presentan los resultados de la cuantificación para los dos años analizados, se concentró en este caso las distintas asociaciones en dos grandes grupos: selvas y vegetación hidrófila. Podemos apreciar, que las áreas con diferentes grados de perturbación aumentaron en un 56.37%, empero el porcentaje que representa es para 1995 de tan sólo el 8.55% del área total, mientras que las zonas cubiertas por selvas disminuyeron en un 5.28%, por otro lado los cambios observados en los humedales y cuerpos de agua pueden estar en directa dependencia debido a la interrelación que tienen ambos ambientes.

|                                  |              |
|----------------------------------|--------------|
| R.B. SIAN KA'AN                  | 0.124        |
| A.P.F.F. UAYMIL                  | -0.546       |
| TULUM                            | 0.238        |
| PINO SUAREZ                      | 0.364        |
| CHUNYAXCHE                       | 0.584        |
| TRES REYES                       | 1.140        |
| XMABEN                           | 1.015        |
| FELIPE CARRILLO PUERTO           | 0.767        |
| XHAZIL                           | -0.297       |
| XCONHA                           | -0.422       |
| NOHCAH                           | -0.737       |
| SAN ARTURO                       | -1.117       |
| KOPCHEN                          | -0.412       |
| ANDRES QUINTANA ROO              | -0.378       |
| CUAUHTEMOC                       | -0.341       |
| REFORMA AGRARIA                  | 1.257        |
| CAFETAL                          | 0.197        |
| TOLLOCAN                         | -0.107       |
| SANTA ISABEL                     | -0.005       |
| PROPIEDAD PRIVADA                | -0.137       |
| TERRENOS NACIONALES              | -0.962       |
| EJIDOS FUERA DE LA ZONA DE COOP. | 0.892        |
| POSESIONARIOS DE TERR.NAL.       | -0.410       |
| PROPIEDAD FEDERAL                | 2.801        |
| PARQUE NACIONAL TULUM            | 1.057        |
| TENENCIA NO ESPECIFICADA         | 0.125        |
| <b>AREA DE ESTUDIO</b>           | <b>0.209</b> |
| EJIDOS ZONA COOPERACION          | 0.536        |

Figura 3. Tasa de deforestación (1984-1995)

|                                  |              |
|----------------------------------|--------------|
| R.B. SIAN KA'AN                  | 0.124        |
| A.P.F.F. UAYMIL                  | -0.546       |
| TULUM                            | 0.238        |
| PINO SUAREZ                      | 0.364        |
| CHUNYAXCHE                       | 0.584        |
| TRES REYES                       | 1.140        |
| XMABEN                           | 1.015        |
| FELIPE CARRILLO PUERTO           | 0.767        |
| XHAZIL                           | -0.297       |
| XCONHA                           | -0.422       |
| NOHCAH                           | -0.737       |
| SAN ARTURO                       | -1.117       |
| KOPCHEN                          | -0.412       |
| ANDRES QUINTANA ROO              | -0.378       |
| CUAUHTEMOC                       | -0.341       |
| REFORMA AGRARIA                  | 1.257        |
| CAFETAL                          | 0.197        |
| TOLLOCAN                         | -0.107       |
| SANTA ISABEL                     | -0.005       |
| PROPIEDAD PRIVADA                | -0.137       |
| TERRENOS NACIONALES              | -0.962       |
| EJIDOS FUERA DE LA ZONA DE COOP. | 0.892        |
| POSESIONARIOS DE TERR.NAL.       | -0.410       |
| PROPIEDAD FEDERAL                | 2.801        |
| PARQUE NACIONAL TULUM            | 1.057        |
| TENENCIA NO ESPECIFICADA         | 0.125        |
| <b>AREA DE ESTUDIO</b>           | <b>0.209</b> |
| EJIDOS ZONA COOPERACION          | 0.536        |



Figura 4. Superficie por ecosistema y año.

| TIPO USO DE SUELO        | SUP. 84 (ha)        | SUP. 95 (ha)        | % 84          | % 95          | CAMBIO 84-95 (ha) | % DE CAMBIO |
|--------------------------|---------------------|---------------------|---------------|---------------|-------------------|-------------|
| <b>SELVAS</b>            | 842,319.51          | 797,841.39          | 68.59         | 64.97         | -44,478.12        | -5.28       |
| <b>VEG. HIDROFILA</b>    | 272,315.42          | 291,166.25          | 22.17         | 23.71         | 18,850.83         | 6.92        |
| <b>AREAS PERTURBADAS</b> | 67,187.57           | 105,058.11          | 5.47          | 8.55          | 37,870.54         | 56.37       |
| <b>CUERPOS DE AGUA</b>   | 38712.19            | 32,564.72           | 3.15          | 2.65          | -6,147.47         | -15.88      |
| <b>NUBOSIDAD</b>         | 7,536.33            | 1,440.56            | 0.61          | 0.12          |                   |             |
| <b>TOTAL</b>             | <b>1,228,071.03</b> | <b>1,228,071.03</b> | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> |                   |             |

En tanto que la figura 5 nos muestra en forma más detallada como se dio la pérdida de vegetación natural. Esta tabla nos indica que la selva mediana subperennifolia fue la más afectada con el 72.4% del total

de pérdida que fue de 81,454.42 ha, a la vez que de este gran total, el cambio a vegetación secundaria ocupó el primer lugar con 60,149.04 ha (73.84%), es decir, el 4.89% del total de la zona estudiada.

Figura 5. Cambio de vegetación natural a áreas perturbadas.

| CATEGORIAS                              | 1995 | VEG. SECUNDARIA (HA) | AGRICOLA (HA)    | S/VEG. APARENTE (HA) | TOTAL (HA)       | % RESPECTO AL TOTAL DE CAMBIO | % RESPECTO AL TOTAL DEL AREA DE ESTUDIO |
|-----------------------------------------|------|----------------------|------------------|----------------------|------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>1984</b>                             |      |                      |                  |                      |                  |                               |                                         |
| SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA           |      | 45,434.42            | 11,855.14        | 1,681.82             | 58,971.38        | 72.40                         | 4.80                                    |
| SELVA BAJA INUNDABLE                    |      | 7,489.95             | 637.48           | 224.27               | 8,351.70         | 10.25                         | 0.68                                    |
| SELVA BAJA CADUCIFOLIA                  |      | 3,768.42             | 3,673.73         | 531.03               | 7,973.18         | 9.79                          | 0.65                                    |
| BUCIDAL                                 |      | 1,976.84             | 428.34           | 344.32               | 2,749.50         | 3.38                          | 0.22                                    |
| MANGLAR AVICENNIA                       |      | 491.66               | 108.57           | 138.40               | 738.63           | 0.91                          | 0.06                                    |
| MANGLAR MIXTO                           |      | 649.53               | 176.88           | 259.38               | 1,085.79         | 1.33                          | 0.09                                    |
| ECOTONO                                 |      | 202.51               | 11.71            | 248.95               | 463.17           | 0.57                          | 0.04                                    |
| MARISMA                                 |      | 135.71               | 13.88            | 971.48               | 1,121.07         | 1.38                          | 0.09                                    |
| <b>TOTAL</b>                            |      | <b>60,149.04</b>     | <b>16,905.73</b> | <b>4,399.65</b>      | <b>81,454.42</b> | <b>100.00</b>                 | <b>6.63</b>                             |
| % RESPECTO AL TOTAL DE CAMBIO           |      | 73.84                | 20.75            | 5.40                 |                  |                               |                                         |
| % RESPECTO AL TOTAL DEL AREA DE ESTUDIO |      | 4.90                 | 1.38             | 0.36                 |                  |                               |                                         |

Los mismos datos abstraídos para Sian Ka'an (fig. 6) y Uaymil (fig. 7) nos indican que en la primera la vegetación natural disminuyó en un 1.36% representando en 1995 el 87.25% de la R.B. y con diferente grado de perturbación se incrementó en 126.63%; al tiempo que en Uaymil se vio un aumento de vegetación natural del 6.01% y las áreas perturbadas pasaron de constituir el 2.33% al 1.11% de la superficie, cabe hacer

notar, en el caso del APFF, la presencia de sombras de nubes en la imagen de 1984 que permanecieron a pesar de la filtración que se hizo para evitar confusión con otras categorías.

En las figuras 8 a la 12 se aprecian distintas comparaciones entre los parámetros considerados.

Figura 6. Cambio de vegetación natural a áreas perturbadas en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.

| CATEGORIAS                                           | 1995 | VEG. SECUNDARIA (HA) | AGRICOLA (HA) | SIN VEG. APARENTE (HA) | TOTAL (HA)       | % RESPECTO AL TOTAL DE CAMBIO | % RESPECTO AL TOTAL DE LA SUPERF. TERRESTRE DE LA RESERVA |
|------------------------------------------------------|------|----------------------|---------------|------------------------|------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>1984</b>                                          |      |                      |               |                        |                  |                               |                                                           |
| SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA                        |      | 3,737.98             | 58.75         | 12.44                  | 3,809.17         | 34.02                         | 1.03                                                      |
| SELVA BAJA INUNDABLE                                 |      | 3,797.35             | 26.75         | 101.94                 | 3,926.05         | 35.06                         | 1.06                                                      |
| SELVA BAJA CADUCIFOLIA                               |      | 438.52               | 66.82         | 146.57                 | 651.90           | 5.82                          | 0.18                                                      |
| BUCIDAL                                              |      | 920.48               | 6.94          | 182.45                 | 1,109.86         | 9.91                          | 0.30                                                      |
| MANGLAR AVICENNIA                                    |      | 199.45               | 9.31          | 108.69                 | 317.45           | 2.83                          | 0.09                                                      |
| MANGLAR MIXTO                                        |      | 74.50                | 6.56          | 222.63                 | 303.70           | 2.71                          | 0.08                                                      |
| ECOTONO                                              |      | 105.88               | 0.88          | 231.45                 | 338.20           | 3.02                          | 0.09                                                      |
| MARISMA                                              |      | 85.63                | 4.38          | 651.28                 | 741.28           | 6.62                          | 0.20                                                      |
| <b>TOTAL</b>                                         |      | <b>9,359.78</b>      | <b>180.38</b> | <b>1,657.45</b>        | <b>11,197.61</b> | <b>100.00</b>                 | <b>3.02</b>                                               |
| % RESPECTO AL TOTAL DE CAMBIO                        |      | 83.59                | 1.61          | 14.80                  |                  |                               |                                                           |
| % RESPECTO AL TOTAL DEL AREA TERRESTRE DE LA RESERVA |      | 2.53                 | 0.05          | 0.45                   |                  |                               |                                                           |

Figura 7. Cambio de vegetación natural a áreas perturbadas en el Area de Protección de Flora y Fauna Uaymil.

| CATEGORIAS                    | 1995 | VEG. SECUNDARIA (HA) | AGRICOL A (HA) | SIN VEG. APARENTE (HA) | TOTAL (HA)    | % respecto al total de cambio | % respecto al total del APFF |
|-------------------------------|------|----------------------|----------------|------------------------|---------------|-------------------------------|------------------------------|
| 1984                          |      |                      |                |                        |               |                               |                              |
| SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA |      | 541.65               | 130.51         |                        | 672.15        | 79.77                         | 0.754                        |
| SELVA BAJA INUNDABLE          |      | 101.38               | 13.88          |                        | 115.25        | 13.68                         | 0.129                        |
| SELVA BAJA CADUCIFOLIA        |      | 13.69                | 3.81           |                        | 17.50         | 2.08                          | 0.020                        |
| BUCIDAL                       |      | 10.63                | 1.06           |                        | 11.69         | 1.39                          | 0.013                        |
| MANGLAR AVICENNIA             |      | 6.88                 | 0.56           |                        | 7.44          | 0.88                          | 0.008                        |
| MANGLAR MIXTO                 |      | 11.63                | 2.38           |                        | 14.00         | 1.66                          | 0.016                        |
| ECOTONO                       |      | 3.56                 | 0.19           |                        | 3.75          | 0.45                          | 0.004                        |
| MARISMA                       |      | 0.75                 | 0.13           |                        | 0.88          | 0.10                          | 0.001                        |
| <b>TOTAL</b>                  |      | <b>690.15</b>        | <b>152.51</b>  | <b>0.00</b>            | <b>842.66</b> | <b>100.00</b>                 | <b>0.95</b>                  |
| % RESPECTO AL TOTAL DE CAMBIO |      | 81.90                | 18.10          | 0.00                   |               |                               |                              |
| % RESPECTO AL TOTAL DEL APFF  |      | 0.77                 | 0.17           | 0.00                   |               |                               |                              |

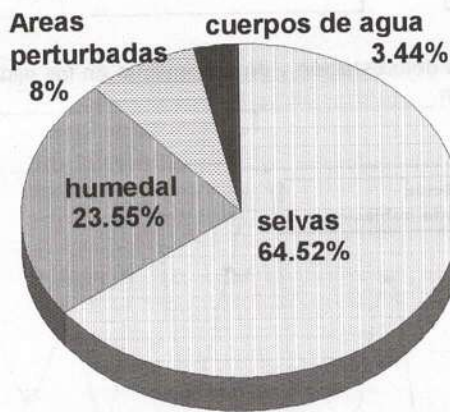


Figura 8. Distribución del uso de suelo en el área de estudio.

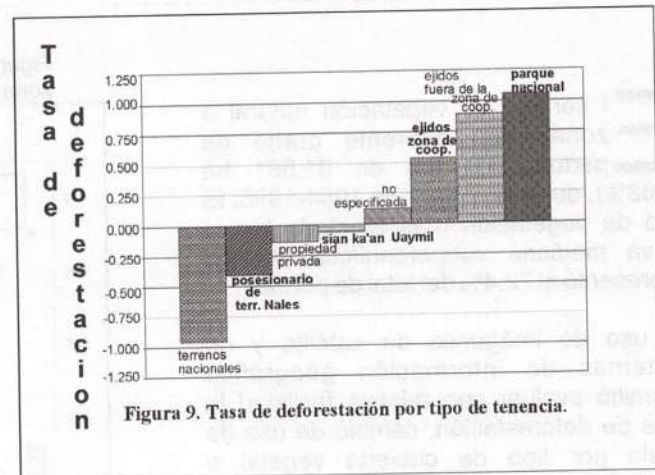


Figura 9. Tasa de deforestación por tipo de tenencia.

## CONCLUSIONES

Los resultados nos indican que la tasa de deforestación en la región (0.209% anual) para el período estudiado es relativamente baja.

No se encontró algún patrón contundente que explique la tendencia a seguir en la disminución de cubierta vegetal, a excepción del que nos indica que los terrenos ejidales, tanto dentro como fuera de la zona de cooperación, han tenido un mayor porcentaje de pérdida en los últimos años (fig. 9) y los ejidos con mayor crecimiento poblacional están propensos a tener también una mayor tasa de deforestación (fig. 12).

En cuanto a las ANP, Sian Ka'an y Uaymil mostraron de los más bajos porcentajes de áreas perturbadas y también de las menores tendencias a pérdida de vegetación natural; no así el Parque Nacional Tulum que presentó una de las más altas tasas de deforestación y el mayor porcentaje de áreas

perturbadas (20.49%) por tipo de tenencia, es una zona con intenso flujo de turismo (fig. 9 y 10).

La tasa de deforestación en el Área de Estudio es de 0.209 promedio anual que es cercana a la media nacional.

Lo anterior representa una pérdida total de 25,627.3 ha en el período considerado, es decir, 2,329.75 ha por año.

Mientras que 33,483.09 ha cambiaron de vegetación secundaria o zonas agrícolas a vegetación natural, lo que podría indicar una recuperación de estas zonas que representan el 2.726% del área de estudio; y 3,700.09 ha tuvieron cambio de zona agrícola a vegetación secundaria (0.30%), esto también puede representar un proceso de recuperación de la vegetación.

Figura 10. Superficie de los tipos de tenencia con respecto al porcentaje de áreas perturbadas.

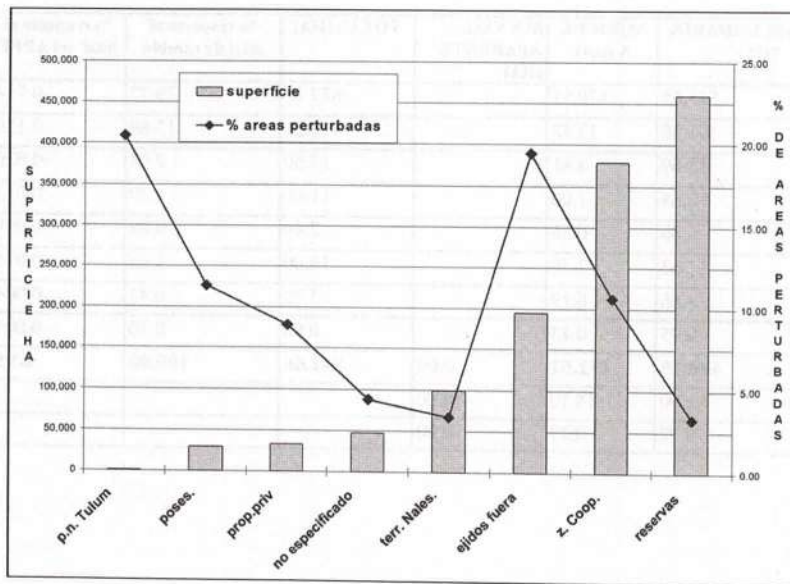
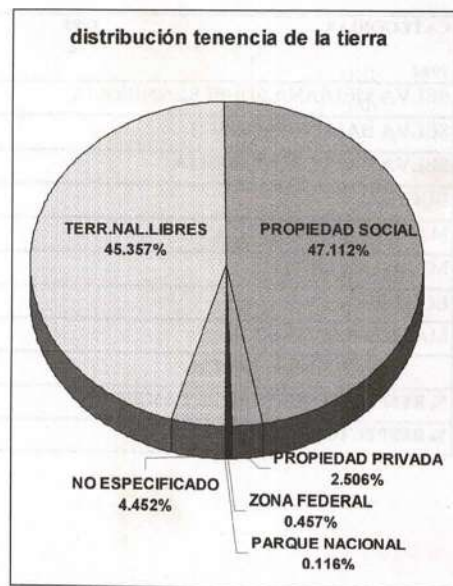


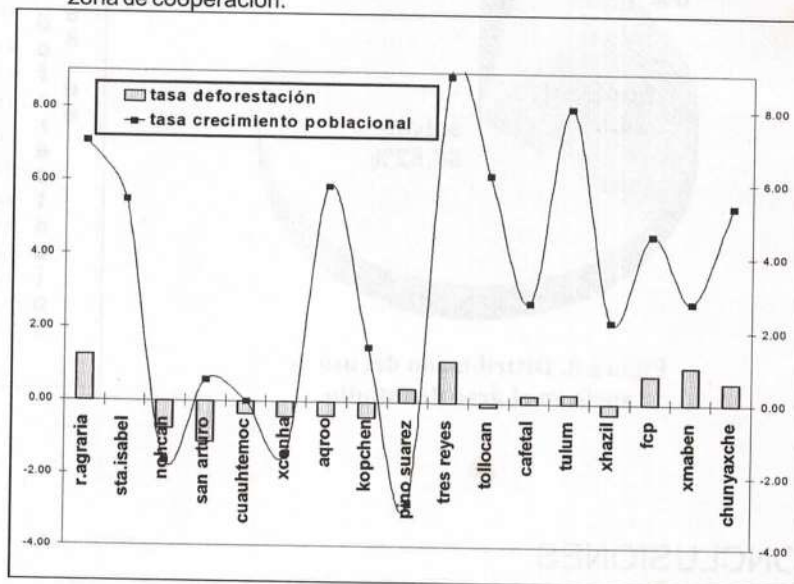
Figura 11. Distribución de la tenencia de la tierra en el área de estudio.



El cambio de vegetación natural a zonas con diferente grado de perturbación fue de 81,581 ha (6.68%), durante el período 1984-1995. El tipo de vegetación más afectado fue la selva mediana subperennifolia ya que representó el 72.4% del total de pérdida.

El uso de imágenes de satélite y de sistemas de información geográfica permitió evaluar con relativa facilidad la tasa de deforestación, cambio de uso de suelo por tipo de cubierta vegetal e influencia de ciertos factores en estos procesos. Los alcances de este trabajo, dada su metodología y herramientas utilizadas, permitirán continuar a futuro con el análisis del patrón de utilización de recursos naturales en la región y hacer comparaciones a través del tiempo.

Figura 12 Tasas de deforestación y de crecimiento en los ejidos de la zona de cooperación.



## BIBLIOGRAFIA

- Batllore-Sampedro E, Febles-Patrón J. L and J. Díaz-Sosa. Landscape Change in Yucatan's Northwest Coastal Wetlands (1948-1991). *Human Ecology Review*. Summer 1999. Volume 6. Number 1. 8-20 pp.
- Bezaury-Creel J. E, Batllori E, Gutiérrez R, Trejo J, Dzib P, Limberg R, Pérez F, Duhne E. J, Hernández V, Calderón V. y J. Carranza. 1995. Conservación de la Cuenca Hidrológica Alta de la Bahía del Espíritu Santo, Quintana Roo, México. Propuesta para el Establecimiento del Area de Protección de Flora y Fauna "Uaymil". Sian Ka'an Serie Documentos Número Especial No. 3.
- Bezaury-Creel J. E, Riquelme-Du Pont E, Carranza-Sánchez J. y H. Rodriguez-Carrillo. 1996. Proyecto de conservación de

- Áreas Naturales Protegidas selectas de México / Global Environmental Facility Estudio de evaluación de la tenencia de la tierra Reserva de la Biosfera Sian Ka'an y Area de Protección de Flora y Fauna Uaymil. Tomo I y III. SEMARNAP/INE/Amigos de Sian Ka'an A.C. 17 pp.
- Carranza-Sánchez J, Barreto-Salinas C, Molina-Islas C, Bezaury-Creel J. E. y A.A. Loreto-Viruel. 1996. Análisis Cartográfico del Cambio de Uso de Suelo en la Península de Yucatán, México. Amigos de Sian Ka'an A. C. 83 pp.
- CEEM. 1987a. Monografía Municipal de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo. 43 pp + Anexo.
- CEEM. 1987. Monografía Municipal de Othón P. Blanco, Quintana Roo. 52 pp + Anexo.

# Manejo y Construcción de Las Trampas de Atajo

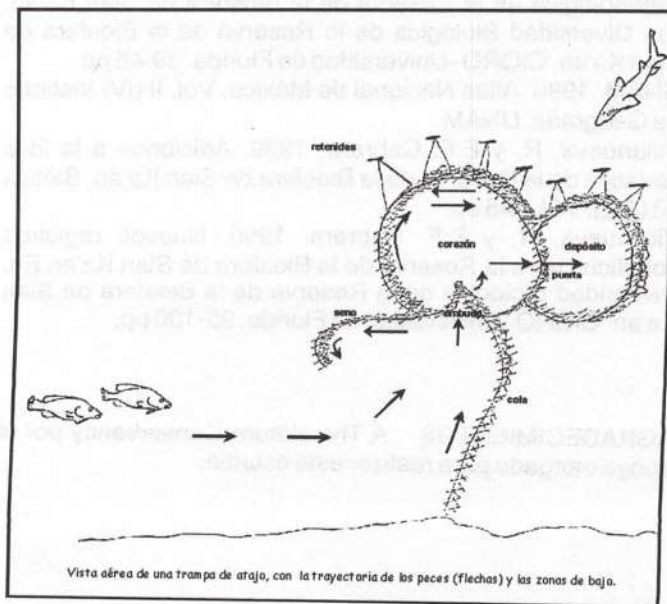
Roberto Herrera Pavón. EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR, Chetumal, Q. Roo CP 77089. México

Conocidas como trampas playeras o de Corazón, las trampas de atajo, así como el equipo que se utiliza para recolectar a los peces que han caído en su interior, son artes de pesca tradicionales que aún se conservan en la zona sur de Quintana Roo, aunque el patrón general es más bien una mezcla de artes tradicionales y modernas para la captura de peces.

La pesca con trampas de atajo fue realizada por primera vez a mediados de la década de 1940 en la zona sur del estado de Quintana Roo por uno de los pioneros de la pesca, el Sr. Fortunato Herrera Muñoz (†), quien aprendió esta técnica de un pescador de la isla de San Pedro, Cayo Ambergris, en el vecino país de Belice, donde ésta había sido introducida por un canadiense a mediados de la década de 1930 (Craig, 1986 cit. Miller, 1982).

De ésta manera fue como se introdujo este arte de pesca en la zona sur-oriental de la bahía de Chetumal, y a partir del inicio de la década de 1950 cobró gran auge entre los pescadores de esta zona de la bahía, comenzando a ser fabricadas en el litoral del Caribe Mexicano para la captura de diferentes especies de peces.

De esta manera, al fundarse en la población de Xcalak la cooperativa pesquera Andrés Quintana Roo en 1959, las trampas de atajo fueron las principales artes de pesca que se utilizaron para capturar peces vivos, con el objeto de transportarlos mediante "botes tanque" a la ciudad de Chetumal para su venta, ya que entonces no se acostumbraba el hielo para la conservación de peces.



D. Miller registró 35 trampas de atajo en 1978, para la zona comprendida entre Xcalak y Punta Herrero y una en la bahía de Chetumal (chelem). Durante 1989, el autor registró la existencia de 6 trampas en la bahía de Chetumal y 35 trampas para la zona comprendida entre Xcalak y Mahahual, sin embargo, cabe mencionar que durante un recorrido entre Punta Herrero y Mahahual también observó este tipo de trampas, y en 1991 durante un recorrido por Punta Allen detectó otras 2. Actualmente la SEMARNAT se hace cargo tanto del otorgamiento de los permisos para su construcción, así como de regular su uso. A la conclusión de este estudio, esta institución contaba un total de 60 trampas registradas desde Punta Herrero hasta Xcalak.

El proceso de construcción de estas trampas es sencillo y se lleva a cabo dentro del agua. Se compone de 5 partes: corazón, depósito, cola, seno y embudo (Fig. 1).

A partir de una serie de estacas redondas (palos de monte) que se entierran en el fondo marino de forma vertical que se recubre con una malla de alambre para corral (gallinero) de 2.5 cm de abertura de malla, que finalmente es reforzada al rodearse por una cantidad igual de estacas --con el fin de mantener a la estructura firme y vertical que posteriormente son atadas a las estacas centrales por ambos extremos (superior e inferior) con un hilo grueso y resistente.

Cabe mencionar que la distancia que se da entre cada par de varas, depende totalmente de la calidad de la malla. Resulta fundamental el hecho de que la altura de la malla supere el nivel de mareas altas, particularmente en las áreas del corazón y el depósito, con el propósito de evitar la fuga de peces durante su aparición.

Con el propósito de reforzar la malla y evitar que ésta resulte dañada por las fuertes marejadas y las grandes cantidades del sargaso (Sargassum) que abundan en el Caribe, es preciso que dichas secciones estén sujetas en las zonas exteriores que quedan expuestas a las corrientes, utilizando cuerdas atadas a varas de monte previamente enterradas en sitios estratégicos alrededor de la trampa a una distancia de entre 1.5 y 2m.

El embudo es en realidad una puerta-trampa construida con malla de alambre semejante al objeto del cual toma el nombre (figura 3), y que impide la fuga de los organismos atrapados, ya que su área más estrecha se sitúa por encima del fondo marino.

En el momento en que se realizó este estudio, una trampa armada con alambre galvanizado de importación tenía un costo aproximado de 5 mil pesos (MN), mientras que su

- CIQRO y Departamento de Geografía Económica del Instituto de Geografía de Univ. Nac. Aut. de Méx. 1980. Quintana Roo: Organización Espacial. 203 pp.
- Colmenero-Rolón, L. C, Palma-Gutierrez J. J. y A. Ferreira-Nuñoz. 1990. Medio Ambiente y Desarrollo en Quintana Roo. GEMA. A.C. 74 pp.
- Dachary A. C. y S.M. Arnaiz. 1983. Estudios Socioeconómicos Preliminares de Quintana Roo. Sector Agropecuario y Forestal (1902-1980). CIQRO. 370 pp.
- 1984. Estudios Socioeconómicos preliminares de Quintana Roo. El Territorio y la Población (1902-1983). CIQRO. 294 pp.
- 1986. Estudios Socioeconómicos preliminares de Quintana Roo. Sector Comunicación y Transportes, comercio, industria, servicios y finanzas. CIQRO. 316 pp.
- 1986. Estudios Socioeconómicos preliminares de Quintana Roo. Sector Pesquero. CIQRO. 280 pp.
- 1989. Sian Ka'an, El Hombre y su Economía. CIQRO. 140 pp.
- Durán R. e I. Olmsted. 1987. Listado florístico de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Amigos de Sian Ka'an, A. C. Cancún, Quintana Roo.
- Durán R. e I. Olmsted. 1990. Plantas vasculares de Sian Ka'an. En. Diversidad Biológica de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. CIQRO-Universidad de Florida. 47-94 pp.
- Espejel, I. 1984. Vegetación de las dunas costeras de la Península de Yucatán II. Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo. México. Biótica II. (1):7-24.
- Flores J. S. y I. Espejel-Carvajal. 1994. Etnoflora Yucatanense. Fascículo 3. Tipos de Vegetación de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán. 135 pp.
- Fort, O. 1979. La colonización ejidal en Quintana Roo. Instituto Nacional Indigenista. 281 pp.
- Galletti, H.A. 1992. Aprovechamiento e industrialización forestal desarrollo y perspectiva. pp 101-152. En: Quintana Roo: Los Retos del fin de siglo. A. C. Dachary, D. Navarro y S. M. Arnaiz. (eds.). CIQRO. 268 pp.
- Hernández, E. 1995. Las Annonaceae de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Tesis Profesional. Instituto Tecnológico de Chetumal.
- Hernández, E. y E. F. Cabrera. 1996. Las Annonaceae de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Avacient 17:14-24 pp.
- Hernández A, Equihua M. y G. Benitez. 1999. Búsqueda y Análisis de datos para el Establecimiento de información base en el programa de seguimiento y evaluación del Proyecto FANP. Instituto de Ecología. A. C. México. 48 pp.
- INEGI. 1995. Quintana Roo Datos por ejido y comunidad agraria, XI Censo general de población y vivienda, 1990 VII Censo agropecuario, 1991. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 106 pp.
- INEGI. 1996. Quintana Roo. Resultados Definitivos. Tabulados Básicos. 219 pp.
- López-Portillo J, Keyes M, González A, Cabrera E. y O. Sánchez. 1990. Los incendios de Quintana Roo: ¿Catástrofe ecológica o evento periódico?. Ciencia y Desarrollo Vol. XVI, núm. 91 México 43-47 pp.
- Mas J. F, Sorani V. y R. Alvarez. 1996. Elaboración de un Modelo de Simulación del Proceso de Deforestación. Investigaciones Geográficas Boletín. Número especial 5. UNAM. México. 43-57 pp.
- Mas Causel Jean-François. 1996. Estimación preliminar de las tasa de deforestación en el Estado de Campeche. Jaina, No. 7. Universidad Autónoma de Campeche. p. 5-6.
- Miranda, F. 1958. Estudios acerca de la vegetación. En los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento. II parte. Tomo 2. Ed. IMERNAR.
- Olmsted I, López C. A. y R. Durán. 1983. Vegetación de Sian Ka'an. In: Estudios preliminares de una Zona en Quintana Roo propuesta como Reserva de la Biosfera. México. 215 pp.
- Olmsted I. y R. Durán. 1986. Aspectos ecológicos de la selva baja inundable de la Reserva de Sian Ka'an. Quintana Roo. México. Biótica II (3): 151-179 pp.
- Olmsted I, López-Ornat A. y R. Durán. 1983. Vegetación de Sian Ka'an. Reporte preliminar. En. Sian Ka'an. CIQRO-SEDUE. 63-84 pp.
- Olmsted I. y R. Durán 1990. Vegetación de Sian Ka'an. En: Diversidad Biológica de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. CIQRO-Universidad de Florida. 1-11 pp.
- Palacios-Chávez R, Ludlow-Wiechers B. y R. Villanueva. 1991. Flora Palinológica de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. CIQRO. 321 pp.
- Ruiz M. y A. Gómez. 1987. Diagnóstico de los Sistemas de Inventario Forestal Utilizados en la Región Tropical Húmeda de México. In: Lund H.G. ; Caballero -Deloya. M.; R. Villarreal-Cantón. (eds.). Land and Resource Evaluation for National Planning in the Tropics: Proceedings of the International Conference and Workshop; 1987; México; Gen. Tech. Report WO-39. Department of Agriculture, Forest Service; Washington, D.C. U.S.A. 524 pp.
- SARH. 1994. Memoria del Inventario Nacional Forestal Periódico. Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre. México. 81 pp.
- SEMARNAP. 1989. Distrito de Desarrollo Rural Integral No. 003. Cancún.
- SEMARNAP. 1996. Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Programa de Manejo. Areas Naturales Protegidas. Instituto Nacional de Ecología. México. 75 pp.
- Toledo M. V, Carabias J, Toledo C. y C. González-Pacheco. 1989. La producción Rural en México: alternativas ecológicas. Fundación Universo Veintiuno. México. 402 pp.
- Torres S, Cabrera E. F. y R. Villanueva. 1990. Flora Pteridológica de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. En. Diversidad Biológica de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. CIQRO -Universidad de Florida. 39-46 pp.
- UNAM. 1990. Atlas Nacional de México. Vol. II (IV) Instituto de Geografía. UNAM.
- Villanueva, R. y E.F. Cabrera. 1989. Adiciones a la lista florística de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. Biótica 13 (1-2): 141-145 pp.
- Villanueva, R. y E.F. Cabrera. 1990. Nuevos registros florísticos para la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an En. Diversidad Biológica de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. CIQRO -Universidad de Florida. 95-100 pp.

AGRADECIMIENTOS A The Nature Conservancy por el apoyo otorgado para realizar este estudio.

contraparte elaborada con malla de alambre nacional costaba unos 2 mil pesos, con una duración de hasta un año y 2 a 3 meses dentro del agua, respectivamente.

La temporada de pesca se divide en dos períodos en los que las actividades se dividen de la siguiente manera: entre mayo y octubre en la Bahía de Chetumal se capturan mojarras (*Gerres cinereus*), pargos (*Lutjanus griseus*), picuda (*Sphyaena barracuda*) y chac chic (*Haemulon sciurus*), y en determinadas ocasiones la temporada se extiende durante noviembre y diciembre.

En el litoral del mar Caribe, actualmente el periodo de pesca se inicia en septiembre y termina en el mes de diciembre, con la captura de mojarras, chac chic, cojinudas (*Caranx crysos*), pargos, lizetas (*Mugil cephalus*) y robalo (*Centropomus undecimalis*). Sin embargo, es necesario tomar en consideración la captura masiva de otras especies, que dada su baja o nula demanda comercial son desechadas; algunas de éstas son el macabí (*Albula vulpes*), tzotzín (*Elops saurus*), jurel (*Caranx hippos*) y la mojarra mulpiché (*Eucinostomus argenteus*), entre otras.

En esta zona, las trampas de atajo son armadas durante los primeros días de la época de lluvias, cuando éstas ocasionan que los peces de las bahías y lagunas costeras salgan hacia el mar Caribe; también se acostumbra construirlas después del paso de perturbaciones atmosféricas, cuando los vientos del norte azotan al Golfo de México y provocan migraciones de peces (corridas) hacia el sur del continente; estas trampas son armadas, preferentemente, un día después del azote de fenómenos meteorológicos severos (huracanes) durante el mes de septiembre (F. Herrera, 1989 com. pers.).

Al inicio de la corrida, las primeras especies en pasar por la zona son el macabí, el tzotzín y la mojarra mulpiché; estas especies se alimentan en zonas de baja profundidad, por lo que pueden distinguirse con facilidad. Su presencia, de alguna manera, indica que la corrida de peces está dando inicio.

Una de las maneras en que se comprueba el inicio de esta temporada es mediante el buceo en las zonas donde acostumbra armarse la trampa, donde se ven pasar grandes cantidades de peces juveniles de macabí, tzotzín y mojarra mulpiché indicando el inicio corrida.

Las revisiones de la trampa se realizan, preferentemente, entre las 6 y 7 am con el fin de evitar la fuga de peces a causa de alguna anomalía, por ejemplo el levantamiento de la malla del corazón o del depósito por tiburones nodrizas o gatas -- como se les conoce en la zona-- o por alguna perforación causada por las embestidas de barracudas. Cuando la malla ha sido levantada es preciso volver a colocarla en su posición original de inmediato, y si ha sido perforada esta debe ser reparada con un pedazo de malla nueva a fin de evitar la fuga de los peces.

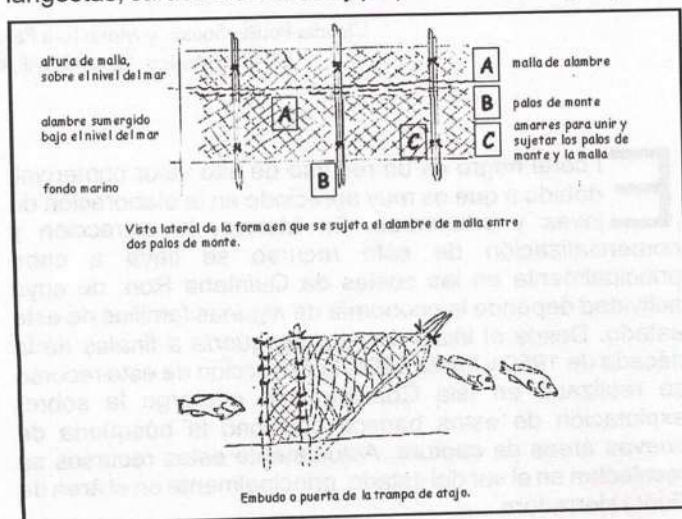
En caso de identificar sargaso adherido a la malla este debe ser removido, ya que de otra manera es posible que cause daños en el dispositivo y obstruya el acceso a los peces.

Mientras se lleva a cabo la revisión debe prestarse atención de no incomodar a los peces que están dentro de la trampa, además de estar precavidos ante la posible presencia de morenas (*Gymnothorax funebris*) y de peces potencialmente riesgosos como el xtum (*Urolophus jamaicensis*) y la leviza (Familia *Dasyatidae*) cuyas colas poseen un estilete que es capaz de atravesar la pierna del trampero; el "peje piedra" (*Scorpaena plumieri*) también tiene espinas tóxicas que son capaces de provocar fuertes dolores y fiebre.

Los depredadores naturales causan la pérdida de una proporción importante de presas; sobresalen las gatas, que para entrar y salir de las trampas levantan la malla del fondo y en ocasiones provocan la huida total de los peces atrapados en su interior quienes escapan a través de la parte levantada; aves como pelícanos y cormoranes no solamente "hurtan" una proporción elevada de los peces atrapados en la trampa sino que además, debido a su forma de alimentación, no permiten el ingreso de más peces y provocan que ya están en el interior se golpeen contra la malla y mueran a causa de las lesiones. En algunas ocasiones, al posarse sobre la malla, estas aves hacen descender su nivel, provocando la salida masiva de los peces cuando sube la marea. Con el fin de protegerse de estos depredadores los tramperos se valen de algunos recursos; por ejemplo, en el caso de las "Gatas", se retiran los peces muertos del interior de la trampa y se colocan piedras o conchas de caracol alrededor del corazón y el depósito o se instala una red agallera alrededor de la trampa. Como defensa contra las aves se utiliza una red liviana de monofilamento o una maraña de hilos sobre el corazón o el depósito a manera de techo protegiendo a los organismos atrapados.

Una vez capturados los peces pueden permanecer en la trampa por espacio de 10 días como máximo ya que después de ese tiempo empiezan a perder peso rápidamente, con excepción de algunas especies como la lizeta que puede dejarse hasta por tres semanas cuando se utiliza para ser salada.

Con el uso de estas artes de pesca comúnmente se capturan peces de tallas juveniles, y de manera incidental se obtienen ejemplares de tortugas marinas, jaibas, langostas, caracoles rosados y pulpos. De estos ejemplares



las tortugas y caracoles son liberados, mientras que las demás especies son aprovechadas para su autoconsumo por el trampero.

En casos de sobreproducción de la pesca y de saturación del mercado por estos productos en su presentación de "fresco" (refrigerado), una alternativa es comercializar en diferentes y sencillas presentaciones; como el "secosalado" (salado con moderación y puesto al sol para secarla por dos días) y el ahumado.

Los peces de desecho, como el macabí y el tzotzín grande (35 cm en adelante) se pueden comercializar asados, a manera de alimento para otras especies animales de los zoológicos, y para la elaboración de harinas de pescado.

De las especies capturadas en trampas de atajo como son: la mojarra, el pargo, el macabí, el robalo y la lizeta, pueden ser aprovechadas para la acuicultura o pesca deportiva en lagunas costeras. También se debe aprovechar el trabajo con las trampas para tener un mejor conocimiento de estos recursos por medio de la investigación y de esta manera hacer un mejor manejo de los recursos.

#### AGRADECIMIENTOS

A mis abuelos María Teresa y Fortunato Herrera (†), a mi madre Mercedes, mis tíos Herminio y Juan Rivero por sus conversaciones acerca del manejo y construcción de este apero de pesca.

## Descripción de las Poblaciones de Coral Negro en Quintana Roo

Claudia Padilla Souza<sup>1</sup> y Mario Lara Pérez Soto<sup>2</sup>. <sup>1</sup>CRIP Puerto Morelos, INP. AP. 580 Cancún, Q. Roo, México. <sup>2</sup>SEMARNAP, Km.4.8 Z.H, Cancún 77500, Q.Roo, México.

El coral negro es un recurso de alto valor comercial, debido a que es muy apreciado en la elaboración de joyas y artesanías. En México, la extracción y comercialización de este recurso se lleva a cabo principalmente en las costas de Quintana Roo, de cuya actividad depende la economía de algunas familias de este estado. Desde el inicio de esta pesquería a finales de la década de 1960 y hasta 1996, la extracción de este recurso se realizaba en Isla Cozumel, sin embargo la sobreexplotación de estos bancos ocasionó la búsqueda de nuevas áreas de captura. Actualmente estos recursos se recolectan en el sur del estado, principalmente en el área de Punta Herradura.

Hasta hoy en día, los intentos por regular esta actividad en el estado de Quintana Roo no han tenido un éxito rotundo, debido a que las acciones regulatorias impuestas han sido arbitrarias y tienden a ser modificadas más bien de acuerdo a intereses sociales y no con base en información sobre el potencial de explotación de las poblaciones. Esta circunstancia ha colocado al coral negro en una situación de riesgo, al propiciar incluso su extinción como recurso en las costas de Quintana Roo.

El principal problema al que nos enfrentamos al intentar diseñar e implementar medidas para conservar este

recurso es que los estudios científicos que se han realizado para conocer los aspectos básicos de la biología y ecología de estos organismos no sólo son limitados, sino también poco profundos.

Ante esta problemática, el Centro Regional de Investigación Pesquera Puerto Morelos del Instituto Nacional de la Pesca está llevando a cabo un proyecto para evaluar el uso sustentable del coral negro. En la parte inicial del estudio se determinaron las especies de coral negro que se explotan en Quintana Roo, ya que no se tenía certeza de su identidad taxonómica, a pesar de que la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994 declara tres especies (*Antipathes bichitoena*, *A. grandis* y *A. ules*) como sujetas a protección especial. Sin embargo, nuestro estudio reveló que ninguna de éstas habita en el Caribe, encontrando únicamente a las especies como *A. pennacea* y *A. caribbeana* Mexicano y probablemente en ninguna parte del país. Como parte fundamental de este proyecto se está llevando a cabo una descripción del estado actual de las poblaciones de coral negro en la región, para lo cual se emplean diversas técnicas y herramientas:

Videotranssectos con un vehículo de filmación operado a control remoto (Phantom HD2) para ubicar la distribución geográfica y batimétrica de los bancos; Prospecciones "in situ" empleando buceo técnico con mezcla de gases para estimar la abundancia y composición específica y medir organismos; Estaciones de Monitoreo para obtener información demográfica; y Transplantes para evaluar la capacidad de regeneración de las colonias a partir de fragmentos fijados artificialmente.

La información que se está generando se utiliza para elaborar modelos de dinámica y crecimiento poblacional, siendo herramientas que permiten predecir el comportamiento de las poblaciones y simular diferentes escenarios para analizar el efecto de captura, y poder así evaluar el potencial de uso sustentable de este recurso.

Entre los resultados más sobresalientes de este trabajo, se observó que entre las poblaciones de coral negro del estado de Quintana Roo, la especie *A. pennacea* muestra una clara dominancia, mientras que la especie *A. caribbeana* abunda únicamente en sitios muy localizados. Otras 5 especies pertenecientes a este género y que no se explotan comercialmente (*A. gracilis*, *A. atlantica*, *A. hirta*, *A. lenta* y *A. tanacetum*) también fueron reportadas, además de la especie *Stichopathes lutkeni* que crece en forma de látigo.

En cuanto a la distribución y abundancia de este recurso se encontró que las poblaciones que se localizan en el norte del estado (de Punta Maroma a Tulum) son escasas y están compuestas principalmente por colonias de tamaño medio que se encuentran dispersas sin formar bancos, hecho que nos lleva a suponer que en esta parte del estado las poblaciones de coral negro no son tan importantes.

En la Isla de Cozumel detectamos un serio deterioro de los bancos, donde el coral negro se distribuye de manera escasa y uniforme en forma de colonias de tallas reducidas. Nuestras observaciones indican que algunas de éstas actualmente se encuentran en un proceso de regeneración

a partir de la base que sobrevivió al corte durante la recolección; sin embargo, el análisis demográfico indica esta población actualmente atraviesa por un proceso de recuperación a partir de sus organismos juveniles, más que en las colonias que se regeneran. Por el contrario, hacia el sur del estado las poblaciones se encuentran distribuidas en bancos de coral, e incluso existen sitios donde la densidad de colonias es elevada (entre 0.2 y 0.5 col/m<sup>2</sup>), pero que sin embargo, alternan con áreas donde el recurso está prácticamente ausente. Nuestros hallazgos revelan la existencia de 4 bancos importantes de coral negro en las costas sur del estado de Quintana Roo.

Asimismo a partir de nuestras observaciones podemos considerar que las poblaciones de Banco Chinchorro se encuentran en buenas condiciones, con una mayor dominancia de *A. pennacea* en la zona expuesta y una población importante de *A. caribbeana* en la zona protegida del arrecife.

Estos resultados han proporcionado elementos técnicos suficientes para la elaboración de una estrategia de conservación de coral negro, así como para proponer modificaciones a la regulación de esta pesquería en cuanto a las áreas de captura, cuotas asignadas y restricciones de los organismos sujetos a explotación.

Como consideración final es preciso mencionar que autoridades como la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente también han iniciado acciones tendientes a regular esta actividad, mediante la inspección los volúmenes de captura de los pescadores, la formación de un inventario de las piezas y materiales que se encuentran en existencia en talleres y comercios, así como el diseño de medidas de control, como la colocación de un holograma que certifique la autenticidad de las piezas comerciales.

Este conjunto de iniciativas encaminadas a la conservación del coral negro como recurso en el estado de Quintana Roo, representan un esfuerzo tendiente a conseguir su aprovechamiento, desde un punto de vista sustentable.



# Resúmenes de Tesis

## Abundancia, Distribución y Posibilidades de Aprovechamiento Sustentable del Jabalí de collar (*Tayassu tajacu*) y otras Especies Faunísticas en la Zona Maya de Quintana Roo

Gonzalo Merediz Alonso. Tesis Profesional Biología. Facultad de Ciencias, UNAM, 1995  
Estación Felipe Carrillo Puerto, Amigos de Sian Ka'an A. C. AP 770 CP 77506, Cancún, Q. Roo.

**E**l estado de Quintana Roo es rico en fauna silvestre. Muchas de las especies de dicha fauna pueden ser aprovechadas de diferentes formas sin poner en riesgo la estabilidad de sus poblaciones. Una de estas especies es el jabalí de collar, *Tayassu tajacu*.

Se presentan estimaciones, basadas en el conteo de huellas de la densidad poblacional del jabalí de collar en tres ejidos del municipio de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo. Se utilizaron cinco métodos basados en la teoría del transecto lineal: exponencial negativo, series de Fourier, Frye, Leopold y Kelker. Se obtuvo una densidad promedio de  $2.58 \pm 0.12$  jabalíes/Ha. Así mismo, se aplicó el método de transecto de franja, encontrándose una densidad de  $0.17 \pm 0.04$  jabalíes/Ha.

La discrepancia entre ambos resultados se debe a que, en el primer caso, se obtuvo una sobrestimación de la densidad por el conteo de las huellas de los mismos grupos de jabalíes más de una vez. En el segundo caso se llegó a una subestimación ya que el ancho del transecto (20 m) no garantizó el conteo de todas las huellas del jabalí presentes, como exige la metodología.

De cualquier manera, ambas estimaciones indican la presencia de poblaciones de jabalí de collar grandes en la zona estudiada.

Se analizó la distribución del jabalí en dos tipos de vegetación (selva mediana subperenifolia y vegetación secundaria reciente). Se encontraron densidades promedio de  $2.60 \pm 1.03$  ind/Ha. (transecto lineal) y  $0.16 \pm 0.05$  ind/Ha (transecto de franja) en selva mediana y  $2.64 \pm 1.09$  ind/Ha (transecto lineal) y  $0.18 \pm 0.06$  ind/Ha (transecto de franja) en vegetación secundaria. En ninguno de los casos hubieron diferencias estadísticamente significativas.

Se registró información preliminar sobre la conducta, biología reproductiva y depredación que sufren los jabalíes de collar de la región, que puede servir como base para el desarrollo de futuros estudios.

Paralelamente se estimaron las densidades poblacionales de otras especies de mamíferos:  $0.75 \pm 0.20$  ind/Ha (transecto lineal) y  $0.08 \pm 0.02$  ind/Ha (transecto de franja) para venado cola blanca (*Odocoileus virginiana*);  $0.50 \pm 0.16$  ind/Ha (transecto lineal) y  $0.04 \pm 0.01$  ind/Ha (transecto

de franja) para tepescuintle (*Agouti paca*); y  $0.18 \pm 0.09$  ind/Ha (transecto lineal) y  $0.03 \pm 0.01$  ind/Ha (transecto de franja) para zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). Las tres especies se encontraron principalmente en zonas de vegetación secundaria.

Durante los muestreos, se hicieron 203 observaciones directas e indirectas de 24 especies de mamíferos y aves medianas y grandes. Se estimó el índice de abundancia (ind/Km) de cada una de ellas.

Con base en la información reunida, se plantean algunos lineamientos de un programa de aprovechamiento sustentable del jabalí de collar por parte de las comunidades mayas en las que se realizó el estudio. Dicho programa considera el establecimiento de cuotas de cacería basadas en el tamaño de las poblaciones de jabalí, su distribución y biología reproductiva entre otros aspectos. Para algunos casos se recomienda la zonificación de los ejidos para administrar de una manera más adecuada el aprovechamiento del jabalí.

La comunidad debe vigilar el cumplimiento de los acuerdos de aprovechamiento para garantizar su sustentabilidad. La comunidad debe ser la responsable de todas las fases del programa de aprovechamiento, contando para ello, con la asesoría de instituciones públicas o privadas.

El aprovechamiento sustentable del venado cola blanca y el tepescuintle es también factible. Debe tomarse en cuenta la distribución de cada especie en los diferentes tipos de vegetación para determinar sus cuotas de cacería.

Es necesario realizar estudios que permitan conocer las posibilidades de aprovechamiento de otras especies faunísticas. Algunas especies de aves como el pavo de monte (*Agriocharis ocellata*) y el faisán (*Crax rubra*), entre otras, son prioritarias dado que sus poblaciones parecen ser pequeñas.

Conforme mayor sea el caudal de información sobre la fauna silvestre de Quintana Roo, será posible desarrollar programas integrales para su aprovechamiento sustentable a nivel regional e incluso estatal.

# Resúmenes de Tesis

## La Pesquería de Tiburones en la Bahía de Ascensión, Quintana Roo, México (1993-1994) y su Importancia como Posible Área de Expulsión y Crianza

Edith Zarate Becerra. Tesis Maestría en Ciencias (Biología). Facultad de Ciencias, UNAM. 1996  
Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Puerto Morelos, Q. Roo.

**D**urante enero de 1993 a abril de 1994 se desarrolló un proyecto de investigación biológico pesquero sobre tiburones en la Bahía de la Ascensión, en el estado de Quintana Roo. Se realizaron muestreos diarios en el Centro de Recepción del Producto de la Cooperativa "Vigía Chico", donde se identificaron a las especies y se tomaron datos biológicos y pesqueros de estas.

La pesquería del tiburón estuvo compuesta por 14 especies pertenecientes a cinco familias de elasmobranquios. El tiburón aleta prieta (*Carcharhinus limbatus*), el cazón (*Rhizoprionodon terraenovae*), y el tiburón limón (*Negaprion brevirostris*) fueron las más abundantes. Las especies que contribuyeron con el mayor volumen en peso son el tiburón toro (*C. leucas*), la gata (*Ginglymostoma cirratum*), y el tiburón limón (*N. brevirostris*). Una de las especies identificadas se considera en este estudio, como nuevo registro para el área del Caribe mexicano: el tiburón

espinoso (*Squalus asper*). Se encontró que de los 106 pescadores de la Cooperativa "Vigía Chico", el 11.3% capturan tiburón, cazón y peces óseos. Las artes más utilizadas en la pesca del tiburón fueron las redes de enmalle seguidas del palangre. La composición de tallas reveló que el 85.7% de las especies está compuesta por individuos jóvenes, lo que permite informar que las Bahías de la Ascensión y del Espíritu Santo pueden ser áreas de crianza por lo menos para las especies *C. limbatus* y *N. brevirostris*, ya que sus características biológicas y morfométricas coinciden con lo reportado en la literatura para los individuos neonatos.

Se concluye que para lograr un desarrollo sustentable de este recurso se deben implementar tanto investigaciones de base (como el presente estudio), como programas de manejo encaminados a controlar la sobrepesca de los tiburones en México.

## Demografía y Dinámica Poblacional de *Acropora palmata* en Quintana Roo, México

Claudia Padilla Souza. Tesis Doctor en Ciencias (Biología). Facultad de Ciencias, UNAM. 1996  
Estación Puerto Morelos, ICMYL. AP 1152. Cancún, Q. Roo. CP 77500.

**E**n este estudio se describen los principales parámetros demográficos y la dinámica poblacional de *Acropora palmata* en el arrecife de Puerto Morelos, Quintana Roo. Esta especie de coral es considerada como una de las principales constructoras de la parte somera de los arrecifes del Caribe, la cual sufre notables alteraciones con los cambios que afectan a los arrecifes, principalmente las tormentas y los huracanes. La población en estudio se dañó seriamente por el huracán Gilberto en 1988, debido a la ruptura de las colonias y a un decremento considerable en su cobertura.

Sin embargo, las colonias de esta especie poseen mecanismos que les permiten recuperarse de los daños producidos por perturbaciones naturales, de modo que, después de casi 8 años, existen lugares con una alta

cobertura de esta especie, que se han recuperado principalmente a partir de los fragmentos.

La dinámica poblacional de los organismos modulares, como los corales, ha requerido del desarrollo de técnicas demográficas específicas que incorporen las características propias de su historia de vida. Para ello se han empleado estructuras de tamaños y de estados que agrupan a los organismos que comparten características demográficas, ya que la plasticidad morfológica y los procesos de propagación clonal, distorsionan la relación entre el tamaño y la edad de las colonias.

Las técnicas de proyección matricial han permitido describir el crecimiento poblacional de este tipo de organismos, con base en una matriz de Lefkovich. Recientemente, la proyección matricial, mediante un análisis de elasticidad ha

permitido medir la contribución relativa de los procesos demográficos (sobrevivencia "S", crecimiento "C" y fecundidad "F") en la adecuación, lo cual ha servido para describir patrones en las estrategias demográficas de las poblaciones y comparar las historias de vida. El estimar la contribución relativa de los procesos demográficos al crecimiento poblacional es un intento de cuantificar y dar una interpretación demográfica a la clasificación triangular CSR de Grime, de estrategias de historias de vida en plantas. Los valores de elasticidad para el crecimiento (C), la sobrevivencia (S) y la fecundidad (F) se han utilizado para localizar a cada población como un punto dentro de una gráfica triangular (triángulo demográfico). Esta metodología se ha utilizado en varias especies de plantas, pero muy escasamente en animales modulares.

Para llevar a cabo un seguimiento detallado de la población en estudio, se definieron áreas permanentes de muestreo, se marcaron todas las colonias y se elaboró un mapa con la posición de cada una. El muestreo abarcó de marzo de 1993 hasta diciembre de 1995. Durante ese tiempo se hicieron visitas constantes (1-4 veces por semana) para obtener una estimación de las principales tasa demográficas de esta población. Las colonias se dividieron en cuatro clases de acuerdo a su tamaño y en 4 tipos de acuerdo a su morfología. Estos grupos difieren entre sí en sus características demográficas y se utilizaron como criterios para definir una estructura en 7 estados.

La variación en las tasa vitales se analizó en función del tamaño y tipo de colonia. La tasa de crecimiento se estimó con base en el incremento de área de tejido vivo y del incremento apical. También se estimó la tasa de fusión entre colonias. Se registró la desaparición de colonias enteras (mortalidad total), así como el decremento en tamaño debido a la mortalidad parcial. La tasa de fecundidad se calculó para cada clase de tamaño, con base en el número de huevos que cada colonia produce. También se estimó la producción de nuevas colonias por propagación clonal, a través de las tasa de fisión y de fragmentación. La información demográfica obtenida se resume en un modelo matricial. Este modelo esta basado en una estructura de 7 estados: el primero incluye a las colonias incrustantes, otros dos a los fragmentos (chicos y grandes, respectivamente) y los cuatro últimos a las colonias fijas al sustrato que presentaron la morfología ramificada típica de la especie (colonias estables), con un intervalo de tamaño diferente cada uno. Mediante el análisis demográfico de la proyección matricial se estimó que la tasa intrínseca de crecimiento natural tiene un valor de 0.1593, lo cual significa que la población esta creciendo. La distribución estable de estados incluye aproximadamente un 70% de colonias estables (disminuyendo su abundancia de acuerdo a su clase de tamaño), las colonias incrustantes son abundantes y pocos fragmentos. El valor reproductivo esta relacionado con la clase de tamaño, siendo alto en los últimos estados. El tiempo de residencia es de 1 ó 2 años en el primer estado y más de 20 en el último.

Se estimó la contribución relativa de S, F y C para la población en estudio, siendo la sobrevivencia el componente más importante, particularmente en las clase

de mayor tamaño, mientras que la contribución de la fecundidad fue baja. La zona de triángulo demográfico que corresponde a esta especie, es similar a la de plantas longevas con propagación clonal, como se ha visto en algunos arbustos.

Una simulación de escenarios, muestra que el decremento en la tasa de producción de nuevas colonias, ya sea sexual o asexualmente, reduce la contribución relativa del crecimiento e incrementa la de la sobrevivencia, mientras que un decremento en la tasa de sobrevivencia (debida a un huracán por ejemplo) reduce su contribución relativa y origina una mayor importancia del crecimiento. La variación en el reclutamiento sexual tiene un menor efecto en la tasa de crecimiento poblacional, a pesar de la alta fecundidad observada en las colonias. La escasez de reclutas sexuales en la población, puede deberse a la alta mortalidad larval y a la pérdida de gran parte de los reclutas pequeños, lo cual reduce su contribución relativa al crecimiento poblacional, aunque tiene importancia como fuente de variabilidad genético. Sin embargo un cambio en la sobrevivencia puede tener un mayor efecto debido a que la mortalidad en las últimas etapas del ciclo de vida tiene consecuencias más importantes para la tasa de crecimiento poblacional y las fluctuaciones en el tamaño de las poblaciones. Por otro lado, la alta sobrevivencia de los rametos que se generan, hace que la propagación clonal sea un modo importante de mantener las poblaciones locales.

Estas características y el rápido crecimiento de las colonias, favorece la recuperación de perturbaciones ambientales y les permite tolerar el estrés ambiental del lugar donde viven.

# Análisis de la Diversidad de Gorgonáceos en los Arrecifes del Area Centro-Norte de Quintana Roo, México

Roberto Ibarra Navarro. Tesis Profesional Biología. Facultad de Ciencias, UNAM. 1997  
Estación Puerto Morelos, ICMYL. AP 1152. Cancún, Q. Roo. CP 77500.

El presente trabajo analiza el patrón de diversidad de una comunidad de corales gorgonáceos en términos de composición y abundancia específicas. Se presta especial interés a factores como la profundidad y la zonación arrecifal. El trabajo fue realizado en la sección Centro-Norte del litoral de Quintana Roo, cuyos arrecifes están clasificados como bordeantes. El muestreo se efectuó mediante líneas de transectos, incluyéndose tanto la parte somera como la profunda. La zonación está establecida en base a características topográficas de la estructura arrecifal, así como datos de cobertura y abundancia de corales escleractinios. Se estimó la diversidad por zonas mediante dos procedimientos distintos. Se utilizó el índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) para calcular la diversidad y se compararon las curvas de abundancia proporcional acumulada de cada zona. Asimismo, se analizó la similitud entre zonas en términos de composición y abundancia específica.

Se encontró que existe un incremento gradual en la diversidad de gorgonáceos a medida que aumenta la profundidad, hasta alrededor de los 19 m. A mayores

profundidades, la diversidad decrece. Una dinámica muy similar fue registrada para la densidad. Se encontró una diferencia significativa en términos de diversidad entre las zonas someras sin pendiente y las profundas con pendiente. Tal diferencia se encuentra también en términos de composición y abundancia específica.

Una posible explicación a este fenómeno es el efecto diferencial de las condiciones físicas y biológicas existentes en el arrecife.

El impacto del oleaje, así como la sedimentación y abrasión asociada a su fuerza, además de la cantidad de luz y sustrato disponible, parecen las principales limitantes al establecimiento y sobrevivencia de estos organismos. También son importantes las interacciones biológicas, como la competencia por el sustrato en lo somero. Tales interacciones parecen adquirir mayor importancia en la profundidad. Existen una serie de adaptaciones morfofisiológicas en varias especies que explican su presencia y abundancia en zonas definidas. Se plantea que la influencia de la severidad ambiental limita la diversidad y que la profundidad disminuye el efecto de las perturbaciones.

## Elementos Biológicos y Socioeconómicos para el Aprovechamiento de Psitácidos en el Ejido Tres Reyes de la Zona de Cooperación de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an.

Carlos Alberto Gracida Juárez. Tesis Profesional Biología. Facultad de Biología, UMSNH. 1999.

Este trabajo se realizó en el ejido Tres Reyes del Municipio de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo, con el fin de determinar algunos elementos para el aprovechamiento de psitácidos en el área. Por medio de muestreos a las horas de mayor actividad de estas aves se obtuvieron datos sobre su abundancia absoluta promedio (17.4, 8.71 y 2.4 ind/Km<sup>2</sup> para *Amazona albifrons*, *Amazona xantholora* y *Aratinga astec*, respectivamente) entre agosto de 1995 y septiembre de 1996. Estas poblaciones presentaron dos disminuciones notorias, una tras el paso del huracán Roxanne en octubre de 1995 y otra en julio de 1996 debida probablemente a migraciones locales.

Se calculó que como promedio *Amazona albifrons* tuvo nidadas de 3.8 huevos de las cuales nacieron 3.1 crías en la temporada reproductiva de 1996. Se determinó una densidad de Sitios Potenciales de Anidación (SPA) en un área del ejido, encontrándose que existen 1,722 SPA/Km<sup>2</sup>

de los cuales el 30% se encontraron en *Vitex gaumeri*, se concluyó que la densidad de SPA no es un factor limitante para la reproducción de estas aves. Se observaron algunas características del comportamiento reproductivo de *Amazona albifrons*, importantes para su manejo y se evaluó el uso de nidos artificiales como estrategia para aumentar el número de crías potenciales de aprovechamiento. Finalmente, se plantean las estrategias para llevar a cabo un programa de manejo de *Amazona albifrons*, la cual por los resultados es la especie más susceptible de ser aprovechada, se sugiere una cuota inicial de 40 crías por temporada reproductiva y la continuación del monitoreo de las poblaciones de manera que se involucren los beneficiarios del recurso. A la vez se discuten algunas cuestiones sociales que apoyan la factibilidad de aprovechamiento de psitácidos.

## Afloramiento en la Plataforma de Yucatán: Estructura y Fertilización

Martin Merino Ibarra. Tesis Doctor en Ciencias del Mar (Especialidad Oceanografía Química), UNAM. 1992  
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, CP 04510, México D.F. AP 70305.

**S**e describe la estructura hidrológica del afloramiento de Yucatán con la información recabada en 5 campañas oceanográficas realizadas en distintas épocas del año. El afloramiento consiste en el ascenso, desde profundidades de 225 a 250 m, de agua subsuperficial (con temperaturas de 16 a 20°C, salinidades de 36.1 a 36.6  $10^{-3}$ , y 6 a 11  $\mu\text{mol l}^{-1}$  de nitrato) por el talud continental de la plataforma de Yucatán, ingresando a la zona eufótica pero sin llegar a la superficie marina. Se calcula que la velocidad de ascenso del agua aflorada es del orden del  $10^{-2} \text{ cm s}^{-1}$ .

El afloramiento es estacional al igual que la Corriente de Yucatán. Durante la primavera y el verano el agua aflorada invade la plataforma, sobre la cual se forma una estructura de dos capas: agua superficial del Caribe y el agua aflorada, separadas por un fuerte gradiente de temperatura, densidad y nutrientes que no favorece la mezcla entre ellas. Se calcula el calentamiento y el desplazamiento del agua aflorada, bajo el supuesto de que no hay mezcla significativa con el agua superficial. Este modelo indica el flujo del agua aflorada hacia el oeste para abandonar la plataforma junto a Arrecife Alacranes, y la formación de un giro ciclónico frente a Cabo Catoche, en el centro del cual se observa una mayor elevación del agua aflorada, formando un domo.

Usando este modelo se calcula el consumo de nutrientes y la producción de oxígeno asociados a la fotosíntesis para estimar la biomasa y la producción primaria nuevas inducidas por el afloramiento. La clorofila "a" aumenta considerablemente en la zona de afloramiento durante la

primavera y el verano, evidenciando el efecto fertilizador de la surgencia. Verticalmente, la clorofila muestra un pronunciado máximo en el gradiente formado por el encuentro del agua aflorada con la superficial. En el inicio del afloramiento, al este de la plataforma, la biomasa encontrada es similar a la calculada. Conforme el agua se desplaza al oeste, la biomasa presente se vuelve apreciablemente menor que la calculada, al tiempo que el máximo de clorofila se desplaza hacia debajo de la termoclina.

Se postula que esto se debe a un incremento en el pastoreo. En el agua que forma el giro ciclónico frente a Cabo Catoche el nitrato es totalmente consumido, pero en el flujo que sigue hacia el oeste, el consumo se reduce significativamente al aumentar el pastoreo y la profundidad de la termoclina, por lo que el agua aflorada abandona la plataforma con un 20 a 30% de su contenido original de nitrato. Se postula que la Corriente de Yucatán restringe el pastoreo en la parte este de la plataforma; y que el giro de Cabo Catoche puede operar como un mecanismo de resembrado de agua acondicionada y fitoplancton aclimatado, aumentando la eficiencia productiva del ecosistema. Comparada con otras surgencias, la de Yucatán se distingue por la ausencia de divergencia superficial y por que el agua aflorada no llega a la superficie. El afloramiento esta entre los más productivos de los ubicados en un margen oceánico occidental, y su productividad es del orden de un tercio de la de las grandes surgencias costeras asociadas a corrientes de margen oceánico oriental.

## Evolución del Uso del Suelo en la Región Forestal

Angel A. Loreto Viruel. Tesis Licenciado en Geografía, UNAM. 2003  
Facultad de Filosofía y Letras. Colegio de Geografía. Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, CP 04510, México D.F. AP 70305.

**S**e realizó un análisis del cambio de uso de suelo y se calculó la tasa de deforestación a partir de 1980 en la zona centro - suroeste del Estado de Quintana Roo, México; región considerada dentro del proyecto Corredor Biológico Mesoamericano.

A partir de fuentes cartográficas y clasificación espectral de imágenes de satélite, se delimitó y cuantificó las principales formaciones vegetales y usos que se le ha dado al territorio en diferentes años, para evaluar los cambios ocurridos y correlacionarlos espacial y temporalmente con las actividades y características socioeconómicas de la población. Se estimó la tasa de deforestación entre 1.39% y 2.18% promedio anual, de 1980 a 1995, siendo la selva

mediana subperennifolia la comunidad florística más afectada.

Se concluye que los núcleos ejidales, cuyos habitantes provienen de otros estados del país, han prestado una disminución de los recursos forestales más acelerada que los ejidos ocupados por residentes originarios de la región; asimismo, las comunidades con organización productiva silvícola, planes de manejo, capacidad de procesamiento y de comercialización de la producción, han logrado conservar de manera más eficaz sus áreas arboladas. Se elaboró una base de datos geográfica digital, con temas físico-naturales, sociales y económicos del área de estudio.

## NORMAS PARA LOS AUTORES

La publicación Sian Ka'an Serie Documentos acepta las siguientes aportaciones que contribuyen al conocimiento, manejo y conservación de los recursos del trópico húmedo: artículos, notas científicas, tesis, comunicaciones y cartas al editor. Se pretende que los trabajos publicados sean realizados en primera instancia en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, aceptando también aquellos de otras áreas de Quintana Roo, la Península de Yucatán o en caso de que se refieran a zonas geográficas diferentes a las antes mencionadas, que sean temas aplicables a estas áreas.

### ARTÍCULOS

Son escritos basados en investigaciones científicas ya concluidas así como observaciones sobre aspectos metodológicos novedosos y temas de tesis bien condensados.

### NOTAS CIENTÍFICAS

Son escritos basados en observaciones cuya base es el método científico y pueden arrojar resultados parciales o preliminares de una investigación, inclusive de aquellas que estén inconclusas. También se aceptarán revisiones bibliográficas sobre un tema en particular.

### COMUNICACIONES

Son observaciones, comentarios u opiniones científicas debidamente fundamentadas que contribuyan a la comunicación entre la comunidad científica regional.

### RESUMEN DE TESIS

Estas se tomarán de tesis enviadas a la biblioteca de Amigos de Sian Ka'an, A. C con el objetivo de informar a la comunidad científica regional de su existencia y podrán ser consultadas en dicha biblioteca.

### CARTAS AL EDITOR

Son opiniones y/o comentarios personales cuyos argumentos estén debidamente fundamentados. Esta sección tiene por objeto realizar aclaraciones o fomentar la discusión acerca de los temas publicados.

También se incluirá en esta sección un directorio de investigadores a través del cual podrán tener contacto con otros que manejen la misma área de interés, para tal efecto deberán enviar una carta donde expresen su deseo de ser incluidos en este directorio, anexando los datos básicos de su nombre, institución a la que presta sus servicios, dirección postal, área de interés y proyecto que está ejecutando. Además, cualquier investigador que así lo desee podrá solicitar información sobre observaciones de campo que le ayuden a complementar o ampliar el trabajo que esté desarrollando, por ejemplo en el registro o distribución de alguna especie.

Los trabajos serán sometidos a revisión por parte de un

especialista en el área correspondiente, al cual se le designará con el nombre de árbitro. Una vez revisado el escrito, al autor se le enviará un comunicado notificándole la decisión del árbitro cuya identidad en cada caso se mantendrá confidencial.

A cada autor se le enviarán tres ejemplares de la revista, si desea un número mayor deberá solicitarlo por escrito antes de su impresión.

### FORMATO

1. Forma. Los documentos deberán tener una extensión no mayor de cuarenta cuartillas, sin numerar, incluyendo tablas y figuras. Los márgenes superior e inferior deberán ser de 2.5 cm y el inferior derecho de 2 cm, sin justificar el texto al margen derecho.

Las tablas y figuras (mapas, gráficas, etc) deberán elaborarse en tinta china, sobre papel albanene o en impresora láser, con tinta negra y a 600 dpi (puntos por pulgada) o 133 lpi (líneas por pulgada).

Se deberán enviar en diskette o zip, en formato tif (las gráficas hechas en Excel no pueden traducirse para efectos de la publicación). Si se incluyen textos en las imágenes, deberán mandarse como contornos en el caso de mandarlos en computadora, en tipo de letra Swiss, Helvética o Arial, minúscula y mayúscula, con acentos; en caso de mandar el dibujo, deberán incluirse en otra hoja sobrepuesta.

2. Texto. Los documentos deberán escribirse preferentemente en español, pero también se aceptarán trabajos en inglés. Los títulos y subtítulos con mayúsculas y minúsculas, acentuados, del lado izquierdo, con espacio arriba y abajo, sin sangría; sólo irán con mayúscula los nombres propios. La redacción deberá ser impersonal, incluso los agradecimientos. Sólo se subrayarán las locuciones grecolatinas y los nombres científicos.

Se sugiere no dividir las palabras al final de cada renglón, así como evitar el uso de guiones innecesarios.

Las medidas y pesos deberán darse usando el sistema métrico decimal y kilogramos respectivamente, anotando sus abreviaturas convencionales sin punto, por ejemplo, kilogramo: kg

Los dígitos del cero al nueve se escribirán con letra cuando formen parte del escrito, de igual modo cuando un número inicie una oración.

Los trabajos deberán procesarse en computadora utilizando Microsoft Word. Deberán enviarse en diskette, zip o CD, debidamente etiquetados y rotulados, anotando el nombre del autor y título de los trabajos incluidos con una copia impresa de los documentos. De no contar con computadora, el trabajo podrá enviarse mecanografiado cubriendo los requisitos de formato. No se regresará ningún material por los que se sugiere a los autores conservar copias del mismo.

## CONTENIDO DEL MANUSCRITO

Para lograr uniformidad en los escritos que se reciben, estos deberán sujetarse a los siguientes lineamientos, de acuerdo con el tipo de documento que se publique:

### ARTICULOS Y NOTAS CIENTIFICAS

Deberán contener las siguientes secciones:

a) Título. Deberá reflejar el contenido del escrito con un máximo de seis palabras para la cabeza y quince para la subcabeza. Se escribirá con mayúsculas y minúsculas, acentuado, acompañados del nombre del autor, cuando se haga referencia a taxa menor deberán incluirse entre paréntesis.

b) Resumen/Abstract. Debe incluir la presentación de los objetivos, resultados y conclusiones, resaltando la contribución que se hace a la respectiva área de conocimiento. Se deberán incluir aquí palabras clave/key words. Deberá evitarse hacer del resumen un listado de contenido del trabajo, en él no se incluirán tablas o figuras ni se hará referencia a ellas, tampoco citas bibliográficas. Su extensión deberá ser de unas 500 palabras para el español más su traducción al inglés.

c) Introducción. Deberá situar el trabajo en la respectiva área del conocimiento, estableciendo el propósito y la importancia del tema. Se incluirá una revisión razonable de los antecedentes.

d) Area de estudio. Cuando la inclusión de esta sección sea aplicable, la información deberá ser suficiente para comprender e interpretar los resultados, se sugiere incluir mapas.

e) Materiales y métodos. Las descripciones del equipo y los procedimientos que hayan sido publicados podrán ser citados como referencia, pero si las fuentes de referencia son de disponibilidad limitada (tesis, conferencias, informes, manuscritos inéditos, etc) los materiales y métodos podrán explicarse.

f) Resultados. En esta sección, si se presentan tablas y/o figuras suficientemente claras y explicativas, no será necesario describirlos exhaustivamente. En el caso de las pruebas estadísticas, éstas no deberán oscurecer el tema de estudio o su significado biológico, ni deberán ampliar el documento innecesariamente.

g) Discusión. Deberá obedecer el análisis y contrastación de antecedentes y resultados en relación con los objetivos planteados, de tal modo que conduzca a nuevas síntesis, generalidades e interpretaciones o principios. Los aportes o posiciones de otros autores deberán citarse con exactitud. Las transiciones entre la evidencia y la intuición deberán ser bien definidas.

h) Reconocimiento (opcional). Se citarán personas o instituciones que a juicio del autor hayan contribuido al buen desarrollo y conclusión de la investigación.

K) Referencias. Se consignarán bajo el título de Literatura citada, en orden alfabético por autor, sin numeración ni incisos. Cuando se mencionen varios artículos de un mismo autor, éstos se enlistarán en orden cronológico. En el caso de citarse dos o más trabajos de un mismo autor en el mismo año de publicación se distinguirán anotando del lado derecho del año, añadiendo las primeras letras del alfabeto (1997a 1997b...).

### COMUNICACIONES

Deberán contener las siguientes secciones: (a) título, (b) autor, (c) institución, dirección postal del o los autores, (d) desarrollo del tema, con las subcabezas que se estimen convenientes.

### RESUMEN DE TESIS

Se publicarán tal como aparecen en la tesis, el autor podrá incluir el nombre de la institución en la que colabora y su dirección postal actualizada y correo electrónico.

### CARTAS AL EDITOR

Estas no tienen un contenido definido, pero deberán incluir el nombre y dirección postal de la o las personas que escriben. No deberán exceder de una cuartilla a doble espacio.

Para cada caso, el editor aceptará modificaciones en su estructura del contenido cuando el tenor del texto así lo amerite.